



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

UC-NRLF



B 3 888 245





Vom Bau
des
thierischen Körpers.

Handbuch
der
vergleichenden Anatomie.

Von

Dr. Franz Leydig,

Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität Tübingen.

Erster Band.

UNIV. OF
CALIFORNIA

Tübingen, 1864.

Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.

— Laupp & Siebeck. —

QL804

L42

BIOLOGY
LIBRARY
6

TO VIND
ALIBETLAD

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung	S. 1
Entwicklungsgang der vergleichenden Anatomie (S. 2).	
Aufbau des Thierleibes aus Formelementen und Organen.	
Erster Abschnitt.	
Gewebe im Allgemeinen.	
Erstes Kapitel.	
Die Zelle und einzellige Thiere	S. 11
Begriff der Zelle (S. 11). Zellsubstanz (S. 12). Kern (S. 14). Kernkörperchen (S. 15). Gibt es einzellige Thiere? (S. 15). Gregarinen und Amöben (S. 18). Erklärung der anscheinenden Einzelligkeit der Protozoen (S. 19).	
Zweites Kapitel.	
Metamorphosen der Zelle	S. 23
Abänderung der Gestalt (S. 23). Umänderung im Innern des Protoplasma (S. 23). Abscheidungen des Protoplasma nach aussen (S. 24). Umwandlung des Protoplasma in Muskel- und Nervensubstanz (S. 25).	
Drittes Kapitel.	
Gewebe	S. 26
Eintheilung der Gewebe (S. 26).	
I. Binde substanz (S. 28).	
1. Zellig-blasiges Bindegewebe (S. 29). Verhalten zum Leiberraum (S. 30). Zellen (S. 30). Ihr Zusammenschmelzen (S. 30). Intercellularsubstanz (S. 31). Die Zellen als Drüsenzellen (S. 31). Sog. Leber der Anneliden (S. 32).	
2. Cuticulargewebe (S. 34). Matrix (S. 34). Cuticula (S. 34). Innere Skelettheile der Arthropoden (S. 34). Aeussere Hautanhänge (S. 35). Schichtung und Porenkanäle (S. 35). Entstehung der Porenkanäle (S. 35). Farbe der Cuticularsubstanzen (S. 37). Sculptur der Cuticula (S. 37). Chitinisirung, Verkalkung (S. 37). Historisches (S. 38). Innere Cuticularbildungen (S. 41). Hornlage im Magen der Vögel (S. 44). Sarcolemm, Neurilemm (S. 44).	
3. Gallertiges Bindegewebe (S. 45).	
4. Gewöhnliches oder fibrilläres Bindegewebe (S. 46). Histo-	

IV

Inhaltsverzeichnis.

- risches (S. 46). Zellen (S. 47). Intercellularsubstanz (S. 48). Elastisches Gewebe (S. 48). Hornfäden (S. 48). Verwandtschaft mit Chitingewebe (S. 49). Verwandtschaft mit Knorpel (S. 49). Das Bindegewebe Träger der Blut- und Lymphgefäße (S. 50). Bindegewebe von ungewöhnlicher Art (S. 52).
5. Knorpelgewebe (S. 53). Zellenknorpel (S. 53). Intercellularsubstanz (S. 53). Eigenschaften der Zellen (S. 54). Echter Knorpel. Faserknorpel (S. 54). Uebergangsformen (S. 54). Knorpel der Wirbellosen (S. 55).
6. Knochengewebe (S. 56). Knochenkörperchen (S. 56). Intercellularsubstanz (S. 57). Zahnbein (S. 58). Schmelz der Hautknochen (S. 58). Entstehung des Knochengewebes (S. 59). Knochenharte Theile der Wirbellosen (S. 60).
- II. Epithelien, Drüsenzellen, Horngewebe (S. 61). Arten des Epithels (S. 62). Verästelte und compresse Epithelzellen (S. 62). Flimmercilien (S. 63). Undulirende Membranen (S. 63). Unbewegliche Borsten (S. 64). Epithelzellen von besonderer Form (S. 64). Wimpernde Drüsenzellen (S. 64). Horngewebe (S. 65).
- III. Blut und Lymphe (S. 65).
- IV. Muskelgewebe (S. 68). Contractile Substanz, Sarcode (S. 68). Kuglig bleibende Muskelzellen (S. 69). Zur Faser gewordene Muskelzellen (S. 70). Matrix der Primitivbündel (S. 71). Muskelkerne (S. 73). Lückensystem im Primitivbündel (S. 74). Einfache und quergestreifte Muskelsubstanz (S. 76). Uebergangsformen (S. 79). Verästigte Muskelfasern (S. 81). Sarcolemm (S. 82). Chitinisirte Muskeln (S. 82).
- V. Nervengewebe (S. 83). Ganglien kugeln (S. 83). Concentrische Streifung mancher Ganglien kugeln (S. 84). Färbungen der Ganglien kugeln (S. 85). Kern (S. 85). Markscheide der Ganglien kugeln (S. 86). Neurilemm scheide der Ganglien kugeln (S. 86). Entstehung der Neurilemm scheide (S. 87). Beziehungen der Ganglien kugeln zu den Nervenfasern (S. 88). In peripherischen Ganglien (S. 89). In den Nervencentren (S. 86). Giebt es motorische und sensible Ganglien kugeln (S. 91)? Blasse Nervenfasern (S. 91). Dunkelrandige Nervenfasern (S. 92). Achsencylinder (S. 92). Markscheide (S. 93). Hülle (S. 93). Uebergangsformen (S. 94). Vertheilung der beiderlei Faserarten (S. 94). Nervenfasern der Wirbellosen (S. 95). Verlauf und Endigung der Nervenfasern (S. 95). Gangliöse Endplatten (S. 96). Endigung der Nerven in Epithelien (S. 101).

Zweiter Abschnitt.

Organe und Organsysteme im Allgemeinen.

Erstes Kapitel.

Die Organe im Hinblick auf den Thierleib schlechthin S. 103
Eintheilung der Organe (S. 103).

Zweites Kapitel.

Die Organe im Hinblick auf die Thiergruppen . S. 107
Manchfaltigkeit und Abänderung der Organe (S. 107). Symmetrie des Thierkörpers (S. 108). Zurückführung des Manchfaltigen auf Wurzelpunkte (S. 109). Homologie, Analogie (S. 111). Uebergangsformen (S. 112). Gesetz der Com-

pensation (S. 112). Niedere Organisation, höhere Organisation (S. 112).
Thiertypen (S. 114).

Organsysteme im Einzelnen.

Animale Organsysteme.

Erster Abschnitt.

Nervensystem.

Erstes Kapitel.

Thiere ohne oder mit zweifelhaftem Nervensystem S. 117
Protozoen (S. 117). Coelenteraten (S. 118). Nematoden (S. 119).
Historische und zootomische Zusätze S. 119

Zweites Kapitel.

Thiere mit strahligem Nervensystem S. 126
Coelenteraten (S. 126). Echinodermen (S. 127).
Historische und zootomische Zusätze S. 129

Drittes Kapitel.

Thiere mit seitlich symmetrischem Nervensystem S. 130

I. Würmer (Vermes).

1. Plattwürmer und Rundwürmer (S. 130).

Historische und zootomische Zusätze S. 133
Cestoden, Acanthocephalen (S. 133);
Sagitta (S. 134);
Trematoden (S. 134);
Myzostomum (S. 135);
Rhabdocoelen (S. 135);
Dendrocoelen (S. 136);
Nemertinen (S. 137).

2. Anneliden (S. 138). Gehirn und Bauchmark (S. 139). Peripherisches Nervensystem (S. 145).

Histologisches im Allgemeinen. Neurilemm (S. 149). Nervöse Substanz (S. 152).
Topographisch-histologisches (S. 156).
Historische und zootomische Zusätze S. 162
Hirudineen (S. 162).
Lumbricinen (S. 168).
Nereiden (S. 174).
Sternwürmer (S. 177).

II. Gliederfüßler (Arthropoda). Krebse. — Spinnen. — Insecten (S. 179).

Grundzüge des Nervensystems (S. 179). Gestaltung des Nervensystems abhängig von der Gesamtorganisation (S. 180). Zahl der Bauchmarksganglien (S. 181). Arthropoden ohne oberes Schlundganglion (S. 182). Gliederung des Gehirns (S. 182). Vergleichung des Gehirns der Arthropoden mit dem der Wirbelthiere (S. 185). Hirncommissuren (S. 187). Untere Hirnportion (S. 188). Quercommissuren innerhalb des Schlundringes (S. 188). Bauchmark (S. 190). Peripherisches Nervensystem. Gehirnnerven (S. 194). Nerven des Bauchmarks (S. 194). Vergleichung mit den Spinalnerven der Wirbel-

thiere (S. 195). Nerven der Längscommissuren (S. 196). Eingeweidennerven (S. 199). Unpaarer Schlundnerv (S. 201). Paarige Schlundnerven (S. 202). Der eigentliche Sympathicus (S. 203). Nervenskelet (S. 208). Muskeln der Nervencentren (S. 209).

Histologie.

Neurilemm (S. 214). Tracheensäcke als Neurilemm (S. 216). Färbungen (S. 218). Blutgefäße und Tracheen (S. 219). Contractilität (S. 219). Nervöse Substanz (S. 220). Ganglienkugeln (S. 221). Nervenfasern (S. 223). Punktsubstanz (S. 226).

Topographisch - histologisches.

Bauchmarksganglien (S. 227). Untere Hirnportion (S. 230). Obere Hirnportion (S. 231). Längscommissuren des Bauchmarks (S. 240). Faserverlauf im Bauchmark (S. 241). Sympathische Ganglien (S. 243). Blutgefäße und Tracheen noch einmal (S. 243).

Historische und zootomische Zusätze S. 244

A. Krebse:

- a. Rotatorien (S. 244).
- b. Cirripeden (S. 245).
- c. Entomostraceen:
 1. Parasiten (S. 245).
 2. Copepoden (S. 246);
 3. Ostracoden (S. 247).
- d. Branchiopoden:
 1. Argulinen (S. 247);
 2. Daphniden (S. 247);
 3. Phyllopoden (S. 248);
 4. Poecilopoden (S. 248).
- e. Malakostraceen:
 1. Isopoden (S. 249);
 2. Laemodipoden (S. 251);
 3. Amphipoden (S. 252);
 4. Stomatopoden (S. 252);
 5. Dekapoden (S. 253).

B. Myriapoden (S. 255).

C. Arachniden:

1. Tardigraden (S. 257);
2. Pycnogoniden (S. 257);
3. Acarinen (S. 257);
4. Araneen (S. 259);
5. Phryniden (S. 260);
6. Scorpione (S. 260).

D. Insecten:

1. Hemipteren (S. 261);
2. Orthopteren (S. 262);
3. Neuropteren (S. 264);
4. Dipteren (S. 266);
5. Hymenopteren (S. 269);
6. Lepidopteren (S. 271);
7. Koleopteren (S. 273).

Einleitung.

„Was ist doch ein Lebendiges für ein köstliches, herrliches Ding!“ ruft unser grosser Dichter und zugleich nicht minder grosser Naturforscher Göthe aus, als er am Strande des Meeres Seeschnecken und Taschenkrebse zum erstenmale gesehen und ihr Thun und Treiben belauscht hatte. Und wer wird in Abrede stellen wollen, dass diese unmittelbare Freude am Thier, an der Pflanze es ist, welche die Meisten zur Naturwissenschaft hinführt und sie zu treuen Anhängern macht.

Der Jünger der Naturkunde will im Besitz der Objecte sein, denen ein so unbedingter Reiz innewohnt, um sich bleibend an der Schönheit und Regelmässigkeit der Formen zu erfreuen; er wird Sammler und einfacher Beobachter, der die Natur auf sich wirken lässt, ihre Erscheinungen ahnend verfolgt, ohne zu schematisiren, zu systematisiren.

Doch das Wissen soll zur Wissenschaft werden. Das Einzelne, das unzählbar Viele soll sich zu allgemeineren oder Artbegriffen sondern und sammeln, diese hinwiederum sollen unter Gattungsbegriffe sich reihen, bis der Forscher zuletzt zur Erkenntniss des Allgemeinen vordringt. Und obschon mit dem Bemühen vom Boden der Einzelerfahrung sich zu erheben, für den einfachen Beobachter das glückliche Verhältniss, in welchem er bisher zur Natur stand, sich lockert, und obschon die Gesetze, welche er gewonnen zu haben meint, die Ordnung, welche er aufstellen zu können glaubt, nicht selten der Natur widerstreben, so werden wir doch nicht aufhören, um die Erkenntniss allgemeiner Wahrheiten zu ringen.

Das Interesse Dessen, der das Feld der zoologischen Wissenschaft in diesem ernsteren Sinne anbaut, kann sich nach zwei Seiten hin

theilen. Den Einen fesselt mehr die geheimnissvolle Aehnlichkeit, welche trotz aller Verschiedenheit durch die einzelnen Gestalten der Thierwelt und ihre Organisation sich hindurch zieht; für ihn erhält dadurch die organische Gestalt eine tiefere Bedeutung, und indem er dem inneren verknüpfenden Bande auf die Spur zu kommen sucht, pflegt er die morphologische Richtung unserer Wissenschaft. Der Andere fühlt sich in höherem Grade zum Studium der reinen Lebensvorgänge hingezogen. Er geht den im lebenden Organismus ablaufenden physikalischen und chemischen Prozessen nach und wird zum Physiologen.

Freilich sollten, um irgend einen Organismus vollkommen zu begreifen, beide Richtungen Hand in Hand gehen und nur die Unzulänglichkeit der Kenntnisse und Fertigkeit des Einzelnen fordert diese Theilung der Arbeit. Wir haben es in diesen Blättern blos mit der Morphologie zu thun. Wenn dennoch da und dort physiologische Bemerkungen sich einflechten, so geschieht diess, weil eben häufig die Weise eines Thieres zu leben auf die Gestalt zurückwirkt und umgekehrt die Gestalt des Thiers, wie es leben soll, bestimmt. Morphologische und physiologische Betrachtungen sind daher mitunter kaum von einander zu trennen.

Entwicklungsgang der vergleichenden Anatomie. Die Wissenschaft vom Bau des thierischen Organismus ist im Grossen und Ganzen kaum den Weg gegangen, den ich vorhin als den des modernen Beobachters bezeichnet. Das Studium der Naturkörper um ihrer selbst willen, abgesehen von Nebenzwecken, setzt schon einen allgemeineren Bildungsgrad voraus; der Ursprung der vergleichenden Anatomie ist vielmehr, wie der Naturwissenschaften überhaupt, in dem Bestreben des Menschen zu suchen, die Naturkörper auszunützen oder etwa den von ihnen kommenden Nachtheil abzuwenden. Dass Beides aber unmöglich sei, wenn man sich nicht mit den Kennzeichen und Eigenschaften der Naturkörper bekannt mache, lag nahe. Und so meine ich denn auch aus der Geschichte der vergleichenden Anatomie zu entnehmen, dass die Ansicht von dem wirklichen oder vermeintlichen Nutzen, der aus solchen Forschungen herfliessen müsse, die stärkere Triebfeder gewesen sei, dem Thierkörper eine nachhaltige Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Sehen wir nämlich von Naturen, wie jene des Aristoteles, ab, deren „heiterer Geist sich froh interessirt für Alles, was da ist,“ so hat sich in späterer Zeit die vergleichende Anatomie im Dienste der Heilkunde herangebildet. Die Aerzte zergliederten viele, besonders dem Menschen näher stehende Thiere, um dunklere Punkte der menschlichen Anatomie zu erhellen, den Schlüssel für die Bedeutung dieses oder jenes Organs zu finden.

Wohl bis ins 18. Jahrhundert herein erhielt sich bei der Mehrzahl

die Anschauung, die vergleichende Anatomie sei in erster Linie und vielleicht lediglich als Helferin für die Anatomie und Physiologie des Menschen zu betrachten. Albrecht Haller dringt auf das Studium unserer Wissenschaft von diesem Gesichtspunct aus. „Die vergleichende Anatomie,“ hatte noch Rudolphi gesagt, „ist die sicherste Stütze der Physiologie, ja ohne dieselbe wäre kaum eine Physiologie denkbar.“ Daher haben alle physiologischen Lehrbücher bis noch vor zwanzig Jahren, Johannes Müller's Handbuch an der Spitze, die Erscheinungen von den Organismen auf Basis morphologischer Betrachtungen behandelt. Erst in neuerer Zeit verschwinden sie daraus, seit die Physiologie eine exclusiv physicalisch-chemische Richtung eingeschlagen hat.

Die vergleichende Anatomie wurde somit ursprünglich blos aus Rücksicht für die Bedürfnisse der Medizin gepflegt. Zwar hat es wohl nie an Forschern gefehlt, bei denen nicht auch nebenher, trotzdem dass das Heilen der eigentliche Zweck ihrer Zergliederungen war, allgemeinere Ideen über den thierischen Bau wären wachgerufen worden. Die verwandtschaftlichen Beziehungen von Organismus zu Organismus sind zu auffallend, als dass diess nicht hätte geschehen sollen. So spricht z. B. schon Severino (1580—1656) von der Uebereinstimmung des Baues verschiedenartiger Thiere. Noch mehr wären als Männer dieser Art und von hohem Verdienst zu bezeichnen: Malpighi (1628—1692), Swammerdam (1637—1680), Camper (1722—1787), u. A.

Immerhin bleibt es beachtenswerth, dass während bei Vielen über der Lust das Einzelne zu erforschen, allgemeinere Ideen, wenn zwar geweckt, doch nicht klar durchbrechen wollten, diess zuerst bei einem Manne geschieht, der sich eigentlich mit zootomischen Einzeluntersuchungen kaum selbstständig abgegeben, sich aber vielleicht gerade hiedurch eine freiere Uebersicht bewahrt hatte.

Es ist Buffon (1707—1788). Die Gedanken welche er in seiner „Histoire naturelle“ über die Einheit im thierischen Bau äussert, sind höchst merkwürdig und auch von grosser Wirkung gewesen. Indem er hervorhebt, dass es eine ursprüngliche und allgemeine Vorzeichnung gebe, die man sehr weit verfolgen könne, eine verborgene Harmonie, nach welcher der Mensch und alle übrigen Thiere gebildet seien, so dass beide nur als Glieder einer und derselben Familie erscheinen, so hat er damit die Grundidee der vergleichenden Anatomie für immer ausgesprochen.

Dieser Hauptgedanke ist jedoch keineswegs immer und überall willig aufgenommen worden.

Wer einen grössern Theil der Thierwelt dem Scalpel oder der mikroskopischen Betrachtung unterwirft, stösst auf so viele Abweichungen der organischen Gestaltung, auf so erhebliche Differenzen, dass ihm die Vorstellung als ginge ein allgemeiner durch Me-

tamorphose sich abändernder Typus, durch sämtliche thierische Geschöpfe, unrichtig erscheint. Georg Cuvier (1769—1832), der unter seinen Zeitgenossen wie wohl kein Zweiter das anatomische Detail des Thierreichs übersah, war aus diesem Grunde und vielleicht mehr noch, da seine ganze Denkweise und Thätigkeit auf das scharfe Unterscheiden der Einzeltheile gerichtet war, ein Hauptgegner der Annahme Eines, aller thierischen Organisation zu Grunde liegenden Bauplanes. Nach ihm giebt es mehrere, mindestens vier Grundformen oder Typen, nach denen die Thiere gebildet seien.

Bei andern Forschern bleibt es Bedürfniss des Geistes, die wunderbare Mannigfaltigkeit thierischer Gestaltung als ein Ganzes zu fassen, aus dem sich das Einzelne entwickeln lasse. Und so hat Etienne Geoffroy Saint-Hilaire in Frankreich die Idee des Urplanes thierischen Baues mit Nachdruck vertheidigt, und auch auf deutschem Boden hat es nicht an Männern gefehlt, welche sich zu ähnlichen Gedanken zu bekennen keinen Anstand nahmen. Unter diesen sei insbesondere Göthe genannt, der nach meinem Gefühle sich am klarsten und durchdachtsten über diese zwei auseinandergehenden Denkweisen ausgesprochen hat.

Von den beiden Auffassungen hat in späterer Zeit die Cuvier'sche offenbar den Sieg davon getragen. Man liess gelten, dass, da alle Thiere Nahrung aufnehmen, athmen, sich bewegen, empfinden, auch die hiezu dienenden Organisationen Vergleichungspunkte darbieten, aber die Bauplane dieser Theile seien wesentlich verschieden. Mit andern Worten: man gab zwar die physiologische Einheit zu, die morphologische wurde in Abrede gestellt. „Es ist wirklich nicht zu läugnen,“ lesen wir z. B. bei unsrem Joh. Müller; „dass die Natur bei jeder grossen Abtheilung des Thierreiches von einem gewissen Plan der Schöpfung nicht abweicht.“

Und welche Gründe, darf man fragen, sind es denn eigentlich gewesen, die dieser Auffassung so allgemeinen Beifall verschafft haben, dass die meisten Naturforscher unsrer Tage ihr zuneigen. Sind neue Thatfachen ans Licht gefördert worden, die in entschiedener Weise der Theorie des gesonderten Bauplanes das Wort geredet hätten? Mit nichten. Mir will vielmehr scheinen, als ob durch alle neueren Forschungen die scharfen Gegensätze, welche man früher zwischen den mancherlei Organisationen aufstellte, sich nach und nach abstumpfen; es zeigen sich bei eingehenderem Studium der Organismen früher unbekannt gewesene Verknüpfungen und Uebergänge nach den verschiedensten Richtungen, kurz es tauchen immer mehr Aehnlichkeiten und Uebergänge als Verschiedenheiten auf!

Es mag der Grund, warum die Ansicht, als sei die Organisation der Thiere einem allgemeinen und nur hie und da modificirten Plan *unterworfen*, weniger Anhänger gefunden hat, anderswo liegen.

Der Unterscheidende; wenn wir hierüber den allzeit weisen Göthe hören, giebt sich mit dem Fasslichen ab, er bemerkt und durchdringt gränzenlose Einzelheiten, vergleicht sie untereinander, weiss die Differenzen zu benennen und herauszuheben. Er fordert daher keine ungewöhnlichen Ansichten, trägt auch niemals etwas vor, was paradox erscheinen möchte und muss sich so ein grösseres ja allgemeineres Publicum erwerben; dagegen wird sich der Andere, der zwar ebenfalls das grösste Gewicht auf das unmittelbar strenge Beobachten des Einzelnen legt, zugleich aber das geistige Auge etwas weiter umherblicken lässt, mehr oder weniger als Eremiten finden. Der Mensch liebt nicht die Idee, „er liebt nur das Individuelle.“

In unseren Tagen droht aber die ganze Angelegenheit, nachdem sie eigentlich lange geruht, eine unerwartete Wendung zu nehmen, und regt viele Naturforscher mächtig auf. Diess neue der Idee vom allgemeinen Bauplane zu Hülfe kommende Element ist die Theorie Darwins ¹⁾ von der Entstehung der Arten durch natürliche Züchtung.

Wie aus den obigen Andeutungen hervorgeht, hat schon lange gerade der Umstand die Beobachter angezogen, dass bei aller Mannfaltigkeit thierischer Bildung, dieselbe doch gewissen Grundformen treu bleibt, die man daher wohl auch als „Typen“ oder „Ur Ideen“ bezeichnete. Das Nachdenken hierüber hatte schon Manchen zu der Annahme geführt, dass die ganze jetzt bestehende Thierwelt unmittelbar auf dem Wege der Fortpflanzung von der früheren abstamme. Solche Vermuthungen sind seit den ältesten Zeiten ausgesprochen worden, alte griechische Philosophen haben schon behauptet: „die Menschen sind ursprünglich Fische gewesen, dann kriechende Thiere, darnach Säugethiere geworden und endlich dasjenige, was wir jetzt sind.“

Am Anfang dieses Jahrhunderts hat dann zuerst Lamarck den Versuch gemacht, diese Hypothese in etwas modificirter Form auf wissenschaftliche Gründe hin zu vertheidigen. Doch ist ihm solches nicht so gelungen, dass der Gedanke eine concretere Gestalt angenommen und allgemeinen Eingang gefunden hätte, obschon gar nicht zu verkennen ist, dass die Vorstellung, es seien die jetzigen Lebensformen durch wirkliche Zeugung aus anderen früher vorhandenen Formen hervorgegangen, Manchem der obengenannten Forscher, wenn auch nur nebelhaft, vorgeschwebt hat. Es liesse sich zeigen, wie diesen und jenen vergleichenden Anatomen der Gedanke nicht verlassen habe, dass die organischen Systeme, welche ein Geschöpf ausmachen, „aus einander entspringen, in einander folgen, sich in einander verwandeln, einander verdrängen.“ Oder wurzelt nicht das

¹⁾ Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung oder Erhaltung der vervollkommenen Rassen im Kampf ums Dasein. Nach d. 2. Aufl. etc. übersetzt von Bronn, Stuttgart 1860.

bekannte Dichterwort: „Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleicht der andern, und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz,“ in der nämlichen Anschauung. Daher begrüßte denn z. B. auch Isidor Geoffroy¹⁾, welcher die Lehre seines Vaters durchzuführen suchte, das Werk des englischen Forschers mit Freuden.

Das grosse Verdienst Darwin's besteht darin, dem Gedanken vom genealogischen Zusammenhang der jetzigen und früheren Thierwelt eine greifbare Form gegeben zu haben. Ausgehend von der Schwierigkeit Varietäten, Monstrositäten und Arten zu unterscheiden; dann in Erwägung der fast ununterbrochenen Stufenreihe der Formen, sowie der Züchtungserzeugnisse; in Erwägung der gegenseitigen Verwandtschaftsverhältnisse, ihrer embryonalen Beziehungen, ihrer geographischen Verbreitung, ihrer geologischen Aufeinanderfolge kommt er nicht nur zu dem Schlusse, dass die Arten nicht unabhängig von anderen erschaffen seien, sondern er zeigt auch den Weg auf dem die Umwandlung geschehen sein möge. Es ist das „Ringens ums Dasein“ und „die natürliche Züchtung.“

Die Neigung aller Organismen geht dahin, sich in starkem Verhältniss zu vermehren. Alle Wesen stehen aber in Mitbewerbung mit einander und alle sind abhängig von einander. Daraus folgt unvermeidlich ein Kampf ums Dasein, grosse Zerstörung ergeht über Alt und Jung und viele Arten erlöschen. Arten, welche sich erhalten und mit ihren Mitbewerbern gleichen Schritt halten wollen, müssen sich verändern und in ihrer Organisation sich verbessern. Diess wird bewirkt „durch natürliche Züchtung“ (*natural selection*).

Schon das Studium der Hausthiere und Culturpflanzen zeigt uns wie der Mensch durch Auswahl zum Zwecke der Nachzucht grosse Erfolge durch Häufung kleiner aber nützlicher Abweichungen erzielt. Die natürliche Züchtung, unaufhörlich thätig die organischen Wesen ihren Bedürfnissen anzupassen, lässt auf diese Weise und indem die anfangs kaum bemerkbaren Verschiedenheiten in Folge des „Divergenz-Princip“ immer weiter unter sich und von der Stammform abweichen, neue Rassen und neue Arten entstehen. Vererbung ist somit die Ursache, durch welche die Organismen einander gleich oder ähnlich sind, die natürliche Züchtung bewirkt die Unähnlichkeit der zahllosen Erdenbewohner.

Für diese Theorie gemeinsamer Abstammung mit fortschreitender Modification spricht Vieles.

Es sollen hier nicht die einzelnen Punkte in der Organisation, Verbreitung und geologischen Aufeinanderfolge der Thierwelt namhaft gemacht werden, welche durch diese Theorie beleuchtet werden, sondern nur hingedeutet mag sein, dass die neue Lehre nicht im

1) Hist. nat. général des regnes organiques. Tom. III.

Widerspruch steht mit der Analogie in der allgemeinen Natur, sondern sich mit ihr in Einklang setzt.

Durch die Darwin'sche Auffassung wäre die Entstehung der Organismen aus der Sphäre des Wunders in die der allgemeinen Naturvorgänge gerückt — doch freilich nur dann, wenn man über Darwin hinaus, der am Ende doch noch einen persönlichen Schöpfungsact für seinen Urorganismus annimmt, auch diesen fallen und die organische mit der unorganischen Natur ohne Unterbrechung in einander übergehen liesse. Wer nicht von vorne herein von der gänzlichen Verschiedenheit des Organischen vom Unorganischen überzeugt ist, vielmehr die Ansicht für zulässig hält, dass z. B. bei der Krystallisation, bei der Umwandlung des Eisens zum Magnet-eisenstein sich in dem Unorganischen etwas regt, das einem „Leben“ gleicht, wird sich vielleicht in eine solche Anschauung finden können.

Das Werk Darwin's muss bei Jedem, der sich für die darin behandelten Fragen interessirt, einen tiefen Eindruck hinterlassen; auch ich kann mich der Ansicht nicht erwehren, dass der geistvolle englische Forscher in der Hauptsache Recht habe. Es mag „natürliche Züchtung“ oder ein ähnliches Moment zur Entstehung neuer Arten mitgewirkt haben.

Folgen wir indessen dem Gedankengang dieser Theorie auf consequentem Wege, so finden wir schliesslich ein Resultat, das wohl Keinem ganz zusagen kann. Alle Thierformen sind dann doch eigentlich durch Zufall entstanden, das Lebendige war ein in gewissem Sinne Indifferentes, zu dem sich die jeweilige Umgebung als Prägstock verhielt; ein zufälliges Element ist offenbar herrschendes Princip.

Wir sind nun zwar, wie ich meine, kaum im Stande diesen uns abstossenden, düsteren Punct der Darwin'schen Theorie zu widerlegen, aber andererseits fühlt doch wohl Jeder in sich wenigstens das Bedürfniss diesem Endergebniss nicht zuzustimmen. Der menschliche Geist fordert, dass das Werdende in der Natur bei aller Beeinflussung und Abänderung durch das schon Vorhandene denn doch im Grunde nach gewissen grossen feststehenden Principien sich gestalte.

Gelingt es uns jedoch diesen letzten Widerspruch, über den wir unmöglich hinauskommen, auf sich beruhen zu lassen, so wird man gerne einräumen, dass die Hypothese Darwin's, obschon sie immerhin aus der gegenwärtigen Schöpfung nicht streng bewiesen werden kann, ebendesshalb auch Hypothese bleiben wird, den Vorzug vor der Annahme verschiedener Schöpfungsacte verdient: sie befriedigt den Verstand noch am ehesten und erklärt am meisten. Ich werde unten hierauf weiter zurückkommen.

Die Lehre vom genealogischen Zusammenhang der Thierwelt wird jedenfalls eine anhaltende Wirkung auf die Behandlung unserer Wissenschaft ausüben. Man wird sich gewöhnen müssen, das geringe Interesse, was man

bisher den Uebergangsformen der Organe oder ganzer Organismen, den sogenannten Varietäten, sowie den unter der Zucht des Menschen stehenden Thieren geschenkt hat, zu erhöhen. Es wird diess freilich ein gewisses Opfer für den Systematiker sein, dem es bisher fast immer daran lag, die Unterschiede möglichst scharf herauszustellen; sowie gar Mancher auch die in freiem Zustande lebenden Thiere als «rein aus der Hand des Schöpfers» hervorgegangen, den durch Zucht veränderten vorzog und ihnen grössere Neigung zuwandte. Aber in dem Maasse muss auch die Systematik an höherer Bedeutung gewinnen. Schien es doch bisher mitunter ziemlich gleichgültig, ob man nach diesem oder jenem Gesichtspunkt die Thiere gruppieren wollte; anders wird die Sache, wenn durch die Systematik die geheimen Grundlinien der Abstammung zum Ausdruck gebracht, somit im «natürlichen System» der Stammbaum der Thierwelt hergestellt werden könnte. Man hat früher öfters geklagt: das Suchen und Streben der Naturforscher nach einer Eintheilung der Thiere auf Grund ihrer natürlichen Verwandtschaft sei dem «Suchen nach dem Stein der Weisen gleich zu setzen.» Sollte nicht durch die Theorie der «natürlichen Züchtung» die Aussicht den Stein zu finden etwas näher gerückt sein?

Auch das Verhältniss in welchem nach der Anschauung Einiger die Morphologie und Physiologie zu einander stehen sollen, würde sich ändern müssen. Die Morphologie, hört man von Physiologen unserer Zeit sagen ¹⁾, ist nicht Zweck der Forschung, sondern nur eine nothwendige Vorstufe, die Grundlage aller Erkenntniss des Lebens. Ich erkuhne mich auszusprechen, dass sobald man die organische Welt vom Gesichtspunkt der «natürlichen Züchtung» aus betrachtet, das Verhältniss der beiden Wissenschaften zu einem geradezu umgekehrten wird. Das Ziel der Forschung ist dann zu ermitteln, durch welches Zusammenwirken von Umständen die Form ihr Gepräge erhalten hat. Die Physiologie nimmt damit, insofern sie über das «Muss der Formen und ihrer Abänderungen» Aufklärung geben soll, den Rang eines Hilfsmittels der Morphologie ein.

Noch eine andere Frage, die in unserer Zeit erledigt zu sein schien, tritt von Neuem für Den auf, der sich der Theorie Darwin's geneigt findet. Giebt es nicht doch für die am niedrigsten stehenden Wesen eine Urzeugung oder *Generatio aequivoca*? Wer die Ansicht vertritt, dass ein ununterbrochener Zusammenhang zwischen unorganischer und organischer Welt besteht, und dass in der gegenwärtigen Schöpfung dieselbe Kraft und in gleicher Weise wirke, wie in der Vorzeit, kann kaum anders, als auch jetzt noch die Möglichkeit einer *Generatio aequivoca* anzuerkennen. Jedenfalls darf die Frage nicht mehr für eine abgethane Sache erklärt werden, die Forschung hat sich ihr von Neuem zuzuwenden.

Der Gang unserer Erörterungen wird jetzt folgender sein. Ich werde das allgemein Morphologische vorausschicken, wozu in gewissem Sinne denn doch auch die Gewebe gehören. In diesem Abschnitt werde ich einem frühern Werk von mir ²⁾ manches wörtlich entnehmen. Dann sollen die einzelnen Organsysteme verfolgt werden, wobei ich eine Gliederung in der Weise durchzuführen gedenke, dass an die Besprechung eines Organsystems vom vergleichend-anatomischen Standpunkt aus noch Reihen zootomischer Angaben sich anzuschliessen haben.

¹⁾ Dubois-Reymond, Gedächtnissrede auf Joh. Müller. Berlin 1869. — ²⁾ Leydig, Lehrbuch d. Histologie d. Menschen u. d. Thiere. 1867.

**Aufbau des Thierleibes aus Formelementen und
Organen.**

Erster Abschnitt.

Gewebe im Allgemeinen.

Erstes Kapitel.

Die Zelle und einzellige Thiere.

Begriff der Zelle. Der einfachste thierische Organismus ist die „Zelle“, ein Name, der zwar für das, was dadurch bezeichnet werden soll, wenig zutreffend ist, aber da er historisch geworden, beibehalten werden mag.

Zellen, sagt man, sind Bläschen, welche von Haus weg eine Zusammensetzung aus Membran, flüssigem Inhalte, Kern und Kernkörperchen zeigen.

Meine Beobachtungen gaben mir zum Theil schon früher Anlass, diese Auffassung zu berichtigen; ich ¹⁾ hielt der herkömmlichen Definition entgegen, dass nicht alle Zellen blasiger Natur seien, nicht immer sei eine vom Inhalte ablösbare Membran zu unterscheiden.

Die Grundlage für meine Ansicht bildeten namentlich die sogenannten Furchungskugeln, diese „Urbilder von Zellen“ an denen ich mich ²⁾ überzeugt hatte, dass ihr „heller Rand erst nach und nach zu einer membranösen Hülle erhärtet“; ferner hatte ich mich bezüglich der Ganglienkegeln, namentlich in den Nervencentren vergewissert, dass sie ohne membranöse Umhüllung seien ³⁾, ebenso von mancherlei zelligen Gebilden bei den Rotatorien ⁴⁾. Dann hatte ich auch an Arthropoden ganze Lagen nackter oder membranloser Zellen kennen gelernt, die selbst zu Hautlagen zusammenschmelzen konnten, ohne je zuvor durch eine Membran sich abgegrenzt zu haben ⁵⁾.

Zahlreiche ähnliche Beobachtungen, sowie die Erscheinungen, welche die Zellen beim Zerquetschen, bei Zusatz von Flüssigkeiten

1) Lehrb. d. Histol. d. Menschen u. d. Thiere 1857. S. 9. (Ich werde dasselbe von jetzt ab nur als „Histologie“ citiren). — 2) Die Dotterfurchung. Isis 1848. — 3) Histol. S. 49. — 4) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1854. n. B. S. 105. — 5) Z. feineren Bau der Arthropoden. Archiv f. Anat. u. Phys. 1855. S. 384, 385.

darboten, hatten in mir den Gedanken zur Reife gebracht, dass der gang und gäbe Begriff dessen, was man eine Zelle zu nennen habe, nicht stichhaltig sei und ich stellte daher den Satz auf:

„Zum morphologischen Begriff der Zelle gehört eine mehr oder minder weiche Substanz, ursprünglich der Kugelgestalt sich nähernd, die einen centralen Körper einschliesst, welcher Kern (*Nucleus*) heisst. Die Zellsubstanz erhärtet häufig zu einer mehr oder weniger selbstständigen Grenzschrift oder Membran und alsdann gliedert sich die Zelle nach den Bezeichnungen der Schule in Membran, Inhalt und Kern.“ Und zur Erläuterung dieses Vorgangs: „die Grenze der Furchungskugel erstarrt oder erhärtet nach aussen zur Membran nach demselben Princip, als überhaupt die Grenze der organischen Substanz gewissermassen entfernter vom centralen Lebensherde und daher in höherem Grade von der Aussenwelt beeinflusst, hart wird, man könnte sagen, abstirbt.“

Ich bin gegenwärtig von der Richtigkeit dieser Auffassung noch ebenso überzeugt, wie damals, als ich diess niederschrieb, und bedaure, die gegen-theilige Ansicht mehrerer geachteter Forscher für irrig halten zu müssen. Alle meine späteren Erfahrungen haben mir nur die Wahrheit meines obigen Ausspruches dargethan. Als ich z. B. die Bildung des Eies von Daphniden verfolgte ¹⁾, ergab sich abermals, dass die Eihaut das Product einer Erhärtung jener Substanz sei, welche die Oelkugeln zusammenhielt. Ich habe das Vergnügen zu sehen, dass andere Forscher, ich nenne Max Schultze ²⁾ und Häckel ³⁾, meine Ansicht theilen und weitere Belege beigebracht haben. Auch diese Beobachter sind davon überzeugt, dass alle Zellen in ihrer Jugend hüllenlose Ballen einer weichen, einen Nucleus umschliessenden Substanz sind; wenn sich später, und diess geschieht häufig, eine besondere Hüllmembran ausbildet, so ist diess etwas secundäres.

Zellsubstanz (Protoplasma). Die eigentliche Zellsubstanz, für welche jetzt der von Mohl herrührende Ausdruck Protoplasma immer mehr in Aufnahme kommt, ist eine durchsichtige homogene Masse, von einer Consistenz, die einerseits dem Festen und andererseits dem Flüssigen sich nähert; ihr Verhalten gegen Alkohol und Säuren, sowie gegen Jod zeigt, dass sie stickstoffhaltig ist. In dieser Grundmasse, die ich früher auch wohl als homogenes Bindemittel bezeichnet, sind mancherlei Körnchen eiweissartiger und fettiger Natur, auch Pigmentkörner eingebettet.

An dem Protoplasma grössrer Zellen zeigen sich Erscheinungen, aus denen zu schliessen, dass dasselbe nach aussen consistenter ist, als nach innen, gegen den Kern hin. So z. B. an Eiern aus der Zwitterdrüse von *Helix pomatia*. Drückt man methodisch ein solches isolirt vorliegendes Ei, so ereignet es sich öfters, dass plötzlich mitten durch das Protoplasma eine Bahn entsteht, durch welche die mehr central gelegenen Fettkügelchen, sammt Bindemittel nach aussen strömen. Man kann dies nur so deuten, dass die

1) Naturgesch. d. Daphniden, 1860. S. 145. — 2) M. Schultze, über Muskelkörperchen etc. Arch. f. Anat. u. Phys. 1861. — 3) Häckel, die Radiolarien, eine Monographie, 1862.

Randzone des Protoplasma, welche nicht in Fluss kommt, dichter ist und einreißt, worauf durch den so entstandenen Weg der innere noch eher dem Flüssigen sich nähernde Theil herausquillt.

An dem Protoplasma lässt sich im Allgemeinen, abgesehen von dem zuletzt erwähnten Verhalten, nichts von weiterer Differenzirung wahrnehmen. Doch kenne ich bis jetzt aus eigener Erfahrung bereits zwei Fälle von weiter gehender Sonderung des Protoplasma, nämlich einerseits einen gewissen tubulären Bau, andererseits eine schaalige oder concentrisch geschichtete Structur.

Das erstere habe ich seit längerer Zeit an den Epithelzellen im Darm von *Oniscus* und *Porcellio*, sowie in den Kiemenblättern von *Asellus* wahrgenommen und abgebildet¹⁾. Unterhalb der Zellenmembran macht sich hier eine dicke granuläre Zone bemerkbar, welche radiärstreifig erscheint, „wie wenn sie von feinen Kanälchen durchsetzt wäre.“ Die Zone ist offenbar ein Theil des Protoplasma.

Die geschichtete Bildung der Zellsubstanz kommt in Ganglienkugeln gewisser Thiere vor, wovon unten das Nähere.

Die Zellsubstanz oder das Protoplasma vieler, vielleicht aller thierischen Zellen ist contractil. Da die Zellen eine gewisse Gliederung ihres Baues haben, so lag es nahe, die mancherlei Thätigkeitsäusserungen derselben innerhalb des Zellenorganismus sich localisirt zu denken. Aus einigen Beobachtungen schien schon früher hervorzugehen, dass der Inhalt der Zellen von höherer Dignität sei als die Membran und dass besonders nur der Zelleninhalt das Substrat für die irritablen (und sensiblen) Processe bieten könne.

Die Keim- oder Eizelle ist, weil die erste so auch die wichtigste der Zellen, und ein Nachweis von Contractilität an ihr um deswillen auch von besonderer Bedeutung.

Ich erinnerte²⁾ von diesem Gesichtspunct aus an gewisse merkwürdige Bewegungen, welche am Dotter verschiedener Thiere von derjenigen hellen Substanz ausgehen, welche die Dotterkörner und Kugeln zusammenhält. Die Bewegungen mahnten an die Contractionen der Amöben. Dujardin beschrieb sie von den Eiern einer *Limax*, Ecker vom Froschei, ich kannte sie vom Ei eines Haifisches (*Pristiurus*). Die Bewegungen machten auf Ecker und mich den Eindruck eines vitalen Vorgangs. Remack hingegen, der die Bewegungen auch an der Dotterkugel des Hühnereies sah, liess sie von eindringendem Wasser abhängen und fasste demnach die Contractionen als ein physikalisches, von molekularen Strömungen bedingtes Phänomen auf. Gegenwärtig stimmen wohl Alle darin überein, dass diese Bewegungen Lebenserscheinungen sind, wie ich mich ausdrückte «ein sinnentfälliges Beispiel von der Irritabilität des Inhaltes der primären Zelle.»

Ferner habe ich auf contractile Bindegewebskörper hingewiesen, indem ich die Chromatophoren der Reptilien in dieser Eigenschaft auffasste. «Die dunkeln Pigmentfiguren in der Lederhaut des Frosches haben die Bedeutung von pigmenterfüllten Bindegewebskörperchen. Die Formveränderung derselben, das Verschwinden der Ausläufer an den verzweigten Pigmentzellen und ihr

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 445, S. 458, Taf. XV, fg. 10; Histol. fg. 177. — 2) Histolog. S. 15.

Kugligwerden ist das Resultat einer Contraction des hyalinen Inhaltes der Bindegewebskörperchen, ähnlich wie am Körper der Amöben und Rhizopoden Fäden ausfliessen und wieder zu einem Klümpchen zusammenfliessen. Die Pigmentkörner, in diese contractile Substanz eingebettet, machen das ganze Phänomen erst auffällig ¹⁾.)

Einige Jahre zuvor habe ich nachgewiesen ²⁾), dass die contractile Substanz, «Sarcode», aus der man die Süsswasserpolyphen bestehen liess, Zelleninhalt sei. Weitere Belege für ein contractiles Protoplasma ergaben sich aus den Mittheilungen von Lieberkühn ³⁾), Häckel ⁴⁾ über amöbenartige Bewegungen der Blutzellen, nachdem ich früher schon hervorgehoben, dass die verästelten Blutzellen von Würmern, Mollusken und Arthropoden nicht erst durch äussere Einflüsse zu Stande kommen, vielmehr schon im kreisenden Blute sich mit dieser Form zeigen.

Da, wie bereits bemerkt, Bewegungserscheinungen im Protoplasma der Eizelle immer besonders bedeutsam bleiben werden, so glaube ich auf meine an Daphniden ⁵⁾ gemachte Beobachtung die Aufmerksamkeit lenken zu dürfen. An *Daphnia longispina* war das aus dem Eierstock in den Brutraum übergetretene Ei im ersten Augenblicke ein wurstförmiger Körper, aus dem drei grössere orangegelbe Oelkugeln herausschwamm. Bald aber traten Contractionerscheinungen in der Dottermasse auf, in deren Folge die langgezogene Gestalt in eine ovale Eiform verkürzt wurde. Die drei orangegelben Oelkugeln schmelzen dabei zu einer einzigen grossen Kugel zusammen und nach einigen Minuten war die cylindrische Dottermasse in ein Ei umgeformt, wie sie gewöhnlich im Brutraum angetroffen werden.

Auch die Angaben Zaddach's ⁶⁾ über Zusammenziehung der Keimhaut des Eies von Phryganeen sind wohl ebenfalls hieher zu stellen.

Kern (Nucleus). Soweit meine Beobachtungen gehen, ist der Kern ein wesentlicher und nothwendiger Bestandtheil der Zelle, so gut wie das Protoplasma. Er kann sich wohl später zurückbilden, aber in der ersten Jugend haben alle Zellen einen Kern.

Der Kern der Zelle hat entweder die gleiche Consistenz, wie das Protoplasma oder er erscheint etwas fester. Ist blos seine Rindenschicht von grösserer Consistenz, so spricht man auch wohl von einem „bläschenförmigen Kern,“ nicht selten stellt er ein durch und durch solides weiches Korn dar, man nennt ihn dann auch einen „massiven Kern.“

Sehr grosse Kerne, z. B. in gewissen kolossalen Zellen des Fettkörpers (*Phryganea*) sah ich schon früher mit so eigenen Pünktchen und Strichen gezeichnet, dass man an Porenkanäle denken konnte. Ich finde jetzt das Gleiche an grossen Kernen der Fettzellen, welche bei *Triton cristatus* (mas) im Unterhautbindegewebe des verdickten Schwanzes vorkommen, meine aber die Bildung jetzt richtiger zu deuten, wenn ich annehme, dass die meist mehreckigen Punkte und die von ihnen ausgehenden Striche, feinen Bälkchen ent-

1) Histol. S. 105. — 2) Einige Bemerkungen üb. d. Bau der Hydren, Arch. f. Anat. u. Phys. 1854. — 3) Lieberkühn, Archiv f. Anat. u. Phys. 1854. vergl. auch Ecker, Icones physiologicae 1851. Taf. III. — 4) Häckel, Gewebe des Flusskrebses, Arch. f. Anat. u. Phys. 1857. Die Radiolarien 1862. S. 103. — 5) Leydig, Naturgesch. der Daphniden, 1860. S. 245. — 6) Zaddach, Unters. üb. Entwickl. u. Bau der Gliedthiere. 1854, S. 4.

sprechen, welche als festere Reste vorhanden bleiben, während die übrige Innensubstanz des Kernes sich verflüssigt hat.

Pigmenthaltige Nuclei sind selten, doch habe ich einen Ort bezeichnet, wo in der Rindensubstanz des Kernes ein Ring stark dunkler Pigmentkörner liegt ¹⁾.

An den eigenthümlichen, klaren Zellen im Auge der Hirndineen habe ich bemerkt, dass der Kern, wie bei verschiedenartiger Einstellung des Mikroskops sicher ausgemittelt werden kann, mit der dicken Zellenwand in continuirlichem Zusammenhang steht, derart, dass er eigentlich einen kugeligen, ins Innere vorspringenden, an der Wurzel eingeschnürten Körper vorstellt ²⁾. Ob dieses Verhalten zu den Seltenheiten gehöre oder auch sonst noch vorkomme, bleibt zu untersuchen.

Kernkörperchen. Wie ich schon anderwärts hervorhob, ist das Kernkörperchen (*Nucleolus*) kein constanter Theil der Zelle. In mehreren Fällen, wie z. B. an den Kernen der Linsenfasern des Frosches, am Ei der Ratte, Ganglienkugeln der Blutegel, Ei von Synapta habe ich mich überzeugt, dass dieses Gebilde nur eine verdickte Partie der Wand, ein Vorsprung derselben nach innen ist. Es scheint dasselbe nach Verflüssigung der übrigen Kernsubstanz sich abzuzeichnen und macht sich häufig auch erst in späteren Lebensperioden der Zelle bemerklich. Auch seine chemische Beschaffenheit scheint nicht überall ganz die gleiche zu sein, wenigstens ist es bald mehr von blassem eiweissartigem Aussehen, bald mehr wie ein Fetttropfen berandet und beschattet.

Zellen sind wie Eingangs gesagt wurde, die letzten organischen Einheiten oder die einfachsten Organismen. Und insofern sie ein „Lebendes“ vorstellen, dessen Zweck seine Erhaltung und Ausbildung ist, besitzen sie eine wirksame Mitte, die alle Theile auf sich selber und ihr Bedürfniss bezieht.

Die Zelle wächst und vermehrt sich; sie nimmt fremde Stoffe auf und scheidet andere ab; sie zeigt Erscheinungen der Bewegung und Empfindung. Sie wiederholt mit einem Worte dieselben Thätigkeiten, die wir von den zusammengesetzten thierischen Organismen ausgehen sehen. Die Zelle ist somit ein kleiner Thierleib.

Giebt es Einzellige Thiere? Seit den Schwann'schen Entdeckungen steht es fest, dass ein höherer oder complicirter Thierkörper durch Zusammenfügung und Umgestaltung der „Zellen“ entsteht, dergestalt, dass die Einzelzelle dem Dienst des höheren Organismus ihr individuelles Leben unterordnet.

Begreiflich musste sich nach dieser Erkenntniss sofort der Gedanke einstellen, ob es nicht auch einzellige Thiere geben, ob nicht ein einzelner Ballen von Protoplasma ein Leben für sich führen könne.

¹⁾ Leydig, über d. Nussaren Bedeckungen d. Säugeth. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1850. S. 679. — ²⁾ Die Augen u. neue Sinnesorgane der Egel, ebendas. 1861. Meine Tafeln zur vergleichend. Anat. Taf. III, fig. 1, Bg.

So hat denn auch gleich nach dem Bekanntwerden der grossen durch Schwann gefundenen Thatsache sich Meyen dahin ausgesprochen, dass die Infusionsthierie einzellige Geschöpfe seien, im Gegensatz zu den übrigen Thieren, die allein Zellencomplexe und Aggregate mehrerer zu einem Ganzen zusammenwirkender Zellen repräsentirten.

An dieser Stelle darf aber von Neuem daran erinnert werden, dass schon früher die Naturphilosophie auch nach ihrer Art die Dinge zu betrachten, den Gedanken construiert hatte, dass die einfachsten Organismen „Bläschen“ seien, und die höheren Thiere und Pflanzen durchaus nichts anderes als „ein vielfach verzweigtes oder wiederholtes Bläschen.“

Oken, indem er versuchte, die ganze Welt der Erscheinungen nach Einem Princip zu ordnen, musste bald inne werden, dass „jedes Existirende ein Analogon alles Existirenden ist“, und erblickte er einmal in allen höheren Gestalten nur Wiederholungen der einfacheren, so war es natürlich, dass er, selbst in Ermangelung einer rechten anatomischen Grundlage zu Sätzen kommen musste wie: der Anfang alles Organischen sind Bläschen, die wenn sie sich ganz im Wasser befinden, die Infusorien vorstellen und aus solchen Infusorien, als ihren Bestandtheilen, bestehen alle Thiere. Die Verbindung der Urthiere oder Infusorien zu grösseren Thieren „ist nicht etwa als eine mechanische Aneinanderklebung eines Thierchens an das andere zu denken, — es ist wahre Durchdringung, Verwachsung, ein Einswerden aller dieser Thierchen, die von nun an kein eigenes Leben führen, sondern alle im Dienste des höheren Organismus befangen, zu einer und derselben gemeinschaftlichen Function hinarbeiten, oder diese Function durch ihr Identischwerden selbst sind. Hier wird keiner Individualität geschont, diese geht für sich schlechthin zu Grunde.“

Wer wird es läugnen wollen, dass die Anschauungen der Gegenwart in diesen Sätzen sich widerspiegeln? Nur dass sie jetzt weniger in der Luft schweben wie dazumal, als sie Oken aufstellte, sondern eine thatsächliche Unterlage haben. Denn man muss sich immer daran erinnern, dass die „Kügelchen“ aus denen Oken thierische Häute, Muskelfasern und Nervenmark bestehen lässt und die er später ¹⁾ auch den Zellen vergleicht, nicht entfernt das sind, was wir gegenwärtig mit diesem Namen belegen.

Als ich an die Frage, ob es in der That einzellige Thiere gebe, herantrat, hatten sich v. Siebold und Kölliker in bestimmter Weise für die Annahme erklärt, während Andere, wie Joh. Müller, Stein, Claparède auf Grund organischer Sonderungen, die doch unzweifelhaft da und dort vorhanden waren, sich gegen eine solche Zusammenstellung aussprachen.

Ich glaube der erste gewesen zu sein, der die vermeintliche „Einzelligkeit“ der Protozoen von derjenigen Seite her bekämpfte, die alle in Aussicht auf Erledigung bot. Es wurde von mir ²⁾ demnach

1) Oken, Allgemeine Naturgeschichte 1833. — 2) Histol. 6. 15.

geltend gemacht, dass die den Thierkörper zusammensetzenden Elemente innerhalb gewisser Abtheilungen des Thierreichs bestimmte Grössendifferenzen einhalten. Man wisse, dass unter den Wirbelthieren bei den Vögeln und Säugern im Ganzen die Zellen und deren Derivate kleiner sind, als bei Fischen und nackten Reptilien und unter den letzteren wieder überragten die zelligen Theile des Landsalamanders und des Proteus die aller übrigen Thiere. In der Gruppe der Wirbellosen gebe es bei Arthropoden an vielen Stellen grössere Zellen als bei Mollusken, Würmern, wovon a. a. O. Beispiele aufgeführt werden. Bei den Protozoen oder Infusorien nun schienen die den Zellen homologen Theile so klein zu sein, dass man herkömmlich und wie mir dünkt, irrtümlich deren Körpersubstanz als eine gleichartige homogene Masse ansehe.

Ich brachte für diese Ansicht auch Nachweise. Die unmittelbar unterhalb der Cuticula befindliche Leibessubstanz verhält sich bei grösseren Arten von *Vorticella*, *Epistylis*, wie die Substanz unterhalb der Cuticula bei Rotatorien, Entomostraceen, zarten Insectenlarven. Bei diesen aber besteht die Matrix der Cuticula aus zusammengeschmolzenen Zellen: das Protoplasma der einzelnen Zellen ist zu einer continuirlichen Lage verbunden, aus der die Zellenkerne in Abständen, welche den ursprünglichen Zellenterritorien entsprechen, heraussehen.

Auch bei bezeichneten Protozoen ist die entsprechende Substanz nicht gleichartig-gallertig oder homogen, sondern man unterscheidet in ihr sehr wohl rundliche Körner, in Essigsäure schärfer werdend, die ganz vom Habitus der Nuclei, in einer gewissen Regelmässigkeit in eine helle, weiche Substanz gelagert sind. Bei den Rotatorien, Insectenlarven u. s. w. ist das Bild häufig gerade so, nur dass die Nuclei grösser sind und ebendeshalb deutlich wird, wie zu jedem Kern ein gewisser Bezirk der jetzt gleichmässigen (Protoplasma)-Substanz ursprünglich als Zellenterritorium gehört hat.

Bei der Gattung *Opalina* (*Op. ranarum*) werden nach Anwendung von Reagentien zahlreiche Körner sichtbar und besonders bei *Opalina* aus dem Mastdarm des *Bombinator igneus* erschien mir die Randzone von besonders schönzelligem Bau.

Alles diess spricht gegen die Einzelligkeit der Infusorien, wozu noch kommt, dass O. Schmidt in der Haut einiger dieser Thiere (*Paramaecium aurelia*, *P. caudatum*, *Bursaria leucas*) die nämlichen stabförmigen Körper aufgefunden hat, welche sich auch bei einer höheren Gruppe, den Turbellarien zeigen, hier aber deutlich nur als Inhalt von Zellen auftreten. Lachmann und Claparède haben ähnliche, nur weit dickere Körperchen, welche den Nesselorganen der Campanularien täuschend ähnlich sehen, in einem wahrscheinlich zu den Acinetinen zu rechnenden Thiere beobachtet; ähnliche bestätigende Angaben liegen von Allmann vor. Auch die Nesselorgane nehmen abermals ihren Ursprung in Zellen.

Als weiteren, wie mir scheint, triftigen Grund gegen die Einzelligkeit hob ich hervor, dass die contractile Substanz im Stiel der Vorticellinen auch gar nicht von den Muskeln ganz niederer Wirbellosen abweiche, vielmehr ein gleiches Verhalten, und dieselben Sonderungen kund giebt wie Muskeln vieler Rotatorien, Turbellarien u. s. w. Diese Muskeln aber sind unbezweifelbare Zellenabkömmlinge¹⁾.

1) Ich hätte schon dasamal noch eine andere von mir gemachte Beobachtung anführen Leydig, Bau des thierischen Körpers. 2

Nach solchen Ergebnissen sprach ich daher meine Ansicht dahin aus: „dass auch bei den Infusorien kleinste organische Einheiten oder Aequivalente von Zellen zur Bildung des Thieres zusammenwirken.“

Auf diesem von mir betretenen Weg zur Lösung der Frage sind jetzt auch andere Forscher vorgegangen. So ist unterdessen die Vielzelligkeit einer weiteren Gruppe der Protozoen, insbesondere gewisser Rhizopoden bekannt geworden, indem namentlich durch sehr umfassende Untersuchungen Häckel's der Nachweis geliefert wurde, dass der Weichkörper der Radiolarien theilweis aus selbständig gebliebenen, theilweis aus verschmolzenen Zellen besteht. Bei den ächten Rhizopoden scheinen die Zellen nicht selbständig zu bleiben, wohl aber erhalten sich die Nuclei, welche man wenigstens in der Leibessubstanz von *Actinophrys Eichhornii* gesehen hat.

Die Zahl dieser Thatsachen vermehrt sich, indem jüngst ein neuerer sorgfältiger Beobachter der Protozoen: Th. Wilh. Engelmann darthut, dass in der äusseren Hülle von *Noctiluca* zahlreiche unzweifelhafte Kerne vorkommen, was im Zusammenhalt mit der übrigen Differenzirung der Körpermasse beweise, dass dieses Thier kein einzelliger Organismus sein könne.

Gregarinen und Amöben. Somit bleiben nur noch einige Gruppen der Protozoen übrig, die wahrhaft einzellig zu sein scheinen. Es sind die Gregarinen und Amöben.

Was jedoch die Gregarinen anbetrifft, so habe ich Grund zur Annahme sie für Pflanzen zu halten und sie kommen daher für mich in der Frage, ob es einzellige Thiere gebe, nicht weiter mehr in Betracht. Aber selbst die Amöben, welche noch am ehesten der von uns bestrittenen Ansicht das Wort zu reden scheinen, haben keine rechte Beweiskraft mehr, seitdem es immer wahrscheinlicher wird, dass ein grosser Theil derselben nur Entwicklungsformen niederer Pflanzen und Thiere sind. Sollte jedoch die Zeit lehren, dass manche derselben wirklich selbständige Thiere sind, so wäre ihre Einzelligkeit zuzugestehen und zwar wären es nach dem oben angegebenen Grundsatz von dem was eine Zelle sei, hüllenlose Ballen von Protoplasma, deren Inneres einen Kern birgt.

Im Anschluss hieran möchte ich übrigens noch besonders hervorheben, dass die Anwesenheit einer contractilen Blase und davon ausgehende Canäle innerhalb eines Infusoriums an und für sich nicht als Beweismittel gegen die Auffassung, das Thier sei einzellig, gebraucht werden

können, die nämlich, dass man bei *Stentor* die contractile Leibessubstanz in Streifen zerlegen kann, die ebenso selbständiger Natur sind, wie der Stielmuskel der Vorticellen. Sie enthalten zahlreiche kleine Pünktchen, die wie Fett sich ausnehmen, wodurch schon am frischen Thier die Richtung der Muskeln erkennbar ist. Setzt man dann dem frei, ohne Deckglas sich bewegendem Thier ein Minimum von Essigsäure zu und legt jetzt das Deckglas auf, so geht die contractile Leibessubstanz in einzelne Muskelbänder auseinander.

kann. Eine solche Differenzirung verträgt sich mit dem Begriff einer Zelle, so lange nämlich Blase und Canäle innerhalb der Zelle durch die Thätigkeit eines einheitlichen Protoplasma zu Stande kommen. Ich glaube, dass meine Beobachtungen über die einzelligen Drüsen der Insecten¹⁾ die Richtigkeit dieser Ansicht bekräftigen. In zahlreichen Drüsen der Insecten entsteht innerhalb der secernirenden Zelle ein allmählig sich chitinisirender Gang; er beginnt als blassrandiges gerades Rohr, oder als blasser zu einem Knäuel zusammengewundener Canal, oder als verzweigtes Wurzelwerk, oder als lappiger, kolbiger Körper, auch wohl in Form einer dickwandigen Blase von grossem Umfang. Aber alle diese so sehr in die Augen springenden Bildungen sind durch Abscheidung ins Innere der Zelle entstanden. Gleichwie das Protoplasma an seiner Peripherie zur Herstellung einer Hüllmembran schreiten kann, so vermag es auch, indem es nach innen chitinisirende Stoffe absetzt, an diesem Orte festere Blasen und Canäle hervorzubringen.

Es gibt somit Zellen, welche ausser dem Protoplasma und Kern noch besondere scharf abgegrenzte Blasen, sowie geschlängelte und verzweigte Röhren haben, wie etwa ein «einzelliges Infusorium», ohne jedoch aufzuhören, eine wirklich elementare Zelle zu sein.

Erwägen wir dieses, so werden wir noch mehr in der Annahme befestigt, dass der Angelpunct der Frage der bleibt, ob das anscheinend homogene einheitliche Protoplasma wirklich ein solches ist, oder ob nicht kleine *Nuclei* zugegen sind, die als die Centren jener kleinen Protoplasma-ballen zurückbleiben, durch deren Verschmelzung der Gesamtballen des Protoplasma hervorgegangen, oder ob nicht schon weitere Differenzirungen im Protoplasma sichtbar sind, die nur auf Zellenderivate bezogen werden können.

Erklärung der anscheinenden Einzelligkeit der Protozoen. Wenn man aber dem Allen entgegen etwa doch den Einwurf machen wollte, dass die einfache, unbefangene Betrachtung gewisser Infusorien sofort im Geiste des Beschauers den Vergleich mit Zellen hervorruft, so gebe ich das vollkommen zu, glaube aber hiefür auch eine Art Erklärung aufstellen zu können. So wie ich die Dinge ansehe, steht bei einem Infusionsthier, z. B. einer Vorticelline, das allgemeine Aussehen des Thieres und sein feinerer Bau zu einander in einem ähnlichen Verhältniss, wie etwa bei einer Drüse aus dem Vormagen der Vögel die äussere Gestalt zur inneren Zusammensetzung sich verhält. Die makroskopischen Drüsensäckchen schienen einfache Drüsen zu sein, die sich von den mikroskopischen nur durch ihre Grösse unterscheiden. Spätere Untersuchungen haben indessen gezeigt, dass hier eine Wiederholung der Formen eintritt, denn nicht nur, dass eine Menge mikroskopischer Drüsenschläuche den vermeintlich einfachen makroskopischen Schlauch zusammensetzen, sie ordnen sich auch so zusammen, dass eben fürs freie Auge das Ganze dieselbe Form gewährt, wie ein einzelner mikroskopischer Drüsenschlauch.

Ich habe schon früher auf diese mir sehr bemerkenswerth schei-

1) Zur Anat. d. Insecten, Archiv f. Anat. u. Phys. 1859.

nende Wiederholung makroskopischer Formen durch mikroskopische und umgekehrt aufmerksam gemacht. So habe ich z. Aehnliches von der Prostata des Pferdes abgebildet ¹⁾, dann von diesem Gesichtspunct aus besonders auf die Magendrüsen des *Manatus* hingewiesen ²⁾. Auch dort zeigt sich eine fortwährende Abspiegelung der Form. Man glaubt eine sehr grosse, zusammengesetzt-schlauchförmige Drüse vor sich zu haben, durch die weitere Untersuchung aber stellt sich heraus, dass die Wände nicht sofort mit cylindrischen Secretionszellen besetzt sind, wie es zuerst den Anschein hatte, sondern die vermeintlichen Secretionszellen sind vollkommen differenzirte schmale, schlauchförmige Drüsen, an denen man die Tunica propria und die Epithelzellen klar unterscheidet.

Aehnlich ist nach meiner Meinung auch der Bau der Protozoen zu deuten. Gleichwie bei den namhaft gemachten Drüsen die wirklich einfachen Drüsenschläuche zu einem neuen Ganzen sich so verbinden, dass doch wieder dieselbe Drüsengestalt in die Erscheinung tritt, wodurch das mikroskopische im makroskopischen Bild sich wiederholt, so bauen bei vielen Protozoen die Ballen des Protoplasma den Thierleib derartig auf, dass das Bild einer „Zelle“ vor die Augen kommt, aber das Thier so wenig einzellig ist, als die vorhin angezogenen Drüsen, trotz aller Aehnlichkeit mit den mikroskopisch-einfachen Formen, einfach sind.

Es liessen sich noch andere Beispiele aufführen. Die Hautoberfläche der allermannfaltigsten Geschöpfe hat ein gefeldertes, an ein riesiges Epithel erinnerndes Aussehen, und so könnten z. B. die Rauten auf der nackten Schnauze des Rindes mit Epithelzellen verglichen werden. Doch handelt es sich eben immer nur um einen Kreislauf der Form. Die wirklichen Zellen ordnen sich zu solchen Gruppen, dass in diesen die Zellengestalt sich widerspiegelt.

Nach dem Vorgetragenen ist es somit sehr fraglich, ob wirklich einzellige Thiere existiren. Anders verhält sich dieser Punct für das Pflanzenreich. Es hat zwar der Botaniker Link seiner Zeit gesagt: «Die Zellen der Algen kann man nicht als Analogien der Zellen ansehen, aus denen die Phanerogamen entstehen. Die Zellen der Algen sind eher mit den Stengelgliedern der Phanerogamen zu vergleichen, als mit den einzelnen Zellen, woraus der Stengel besteht» ³⁾, und man könnte in diesem Ausspruch auch einen Angriff gegen die Einzelligkeit der Algen erblicken, aber wohl alle Botaniker der Gegenwart sprechen von «einzelligen Pflanzen» als einer feststehenden Thatsache.

Meine obigen Angaben über die in die Rindenschicht der Leibes-substanz gewisser Infusorien eingelagerten *Nuclei* sind von Frey ⁴⁾ bezweifelt worden, «es sei davon nichts irgendwie sicheres zu entdecken.» Es darf dieser Widerspruch nicht befremden, da derselbe Beobachter die gleiche Hautlage bei den Rotatorien, wo die Verhältnisse grösser und deutlicher

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie. 1850. — 2) Histol. S. 316. — 3) Ich kenne diese Bemerkung nur aus dem bot. Jahresbericht des Archivs für Naturgesch. 1846. S. 20. — 4) Frey, Das einfachste thierische Leben, Monatschrift d. wissensch. Vereins in Zürich. 1858.

sind, nicht einmal dort wahrgenommen hat. Bestätigt wurden meine Mittheilungen durch Engelmann ¹⁾.

Auf die Erkenntniss des eigentlichsten Baues dieser die Cuticula bei Wirbellosen erzeugenden Matrix lege ich einen besonderen Werth desshalb, weil gewisse Grundzüge der Zusammensetzung und des Lebens der Zelle an ihr zur Erscheinung kommen. Diese Hautlage hatte sich mir bei verschiedenen wirbellosen Thieren, so bei Ringelwürmern, Mollusken, manchen Krebsen, als ein aus selbständigen Zellen bestehendes Gewebe dargestellt, vom Eindruck eines Epithels. Ebenso sicher hatte ich aber auch beobachtet, dass bei manchen Tiergruppen und an manchen Körperstellen diese Matrix der Cuticula nicht aus selbständig gebliebenen Zellen zusammengesetzt sei, so z. B. bei den Rotatorien. Fragliche Hautlage erschien als eine weiche Substanzschicht, in der in Abständen echte Kerne lagen; an Stellen, wie unterhalb des Räderorgans, wo diese Hautschicht sich verdickt und ins Innere des Körpers Vorsprünge von matt-körniger Grundsubstanz bildet, werden auch die *Nuclei* grösser, von wasserklarem Aussehen und mit Kernkörperchen versehen. Das Bild des Vorsprunges wird hier zellenähnlich, aber nur insofern als ein kolbiger Vorsprung mit *Nucleus* überhaupt an die Zellengestalt mahnt, denn eine Umgrenzung der zu den *Nuclei* gehörenden Protoplasmaballen fehlt trotz der grossen Kerne. Auch über den ganzen Körper des Thieres weg ist weder im frischen Zustand noch nach Reagentien die in Rede stehende Hautlage von eigentlich zelligem Bau. Man ist vielmehr, was schon vorhin (S. 17) gesagt wurde, zu der Annahme gezwungen, dass das Protoplasma der Zellen zu einer einzigen Lage zusammengeschmolzen ist, in der eben nur die *Nuclei* sich erhalten haben ²⁾.

Wie richtig eine solche Auffassung sei, ergibt sich weiter, wenn man, wie ich diess von verschiedenen Arthropoden anzeigte ³⁾, sieht, dass diese Matrix der Cuticula zwar auch wieder aus Molekularmasse oder zusammengeschmolzenem Protoplasma und Kernen besteht, jetzt aber da und dort kleine Bezirke der Molekularmasse als zu den Kernen gehörig sich abzeichnen, was noch deutlicher hervortritt, wenn Pigmentkörner in dieser Schicht abgelagert sind. Dann bilden die gefärbten Kügelchen einen Hof um die Kerne und dass jetzt nur noch ein Schritt zum Selbständigerwerden der Zellen durch Erhärtung der Ballen an ihrer Grenze nöthig sei, liegt auf der Hand.

Diese Angaben haben Widerspruch erfahren, es wurde von mehreren Seiten behauptet, bei Arthropoden verbreite sich überall ein regelrechtes Epithel unter dem Hautpanzer. In fast komischer Weise hat man sich verwundert, dass ich nicht auf den Gedanken gekommen sei, dass in diesen Fällen immer wirkliche Zellen vorliegen. Wenn ich von gedachter Hautlage hervorhob, dass zu dem Kerne kleine Bezirke von Molekularmasse gehören, ferner das Pigment hofartig die Kerne umgebe, also die Haut wie aus Zellen zusammengesetzt sich ausnehme, und wenn ich trotzdem nicht sagte, es seien wirkliche Zellen vorhanden, so musste diess jedem Unterrichteten klarlich zeigen,

¹⁾ Engelmann, Zur Naturgesch. d. Infusionsthiere. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XI, 1862, S. 389. Freilich ist hier gesagt, die Kerne liegen in der Cuticula des Körpers, was aber in dem späteren Aufsätze: Die Vielzelligkeit von *Noctiluca*, ibid. Bd. XII, 1862 verbessert erscheint. — ²⁾ Man findet weitere Angaben und Abbildungen über diese von mir zuerst erkannte Hautlage der Rotatorien in m. Aufsatz: z. Anat. u. Entwickelungsgesch. der *Laciniaria socialis*, Ztschrift f. wiss. Zool. 1851. S. 452. Taf. XVII. auf fg. 1. Üb. d. Bau u. d. syst. Stellung der Rädertiere, ibid. 1854, hier von zahlreichen Arten beschrieben, z. B. S. 7. S. 25. S. 24; abgebildet z. B. Taf. II, an fg. 12, 13, Taf. III. fg. 21, fg. 27. Noch einmal habe ich in Wort u. Bild diese Hautlage hervorgehoben in dem Art.: über *Hydrina senta*, Archiv f. Anat. u. Phys. 1857. S. 407. Taf. XVI. fg. 1 u. 2. — ³⁾ Zum feineren Bau der Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855; z. B. S. 384, S. 389, Taf. XV. fg. 6, 7, 9. etc.

dass ich eben etwas vermisste, was man, dazumal wenigstens, für einen nothwendigen Theil der Zelle hielt, die Membran nämlich.

Und dass ich Recht habe mit der Behauptung: nicht bei allen Thieren und nicht an allen Körperstellen ist die Matrix der Cuticula aus wirklichen, will heissen, mit Membran versehenen Zellen zusammengesetzt, haben mir auch spätere und vervielfältigte Untersuchungen gezeigt. Während bei den Daphniden fragliche Hautlage häufiger einen zelligen Bau von epithelialein Charakter hat, so finden wir bei Cyclopiden in der gleichen Schicht seltener Zellenlinien, sondern dieselben können völlig verschwunden sein und durch Zusammenfliessen der hüllenlosen Protoplasmaballen (Zellen) ist jetzt eine feinkörnige, continuirliche Lage entstanden, in der die *Nuclei* zerstreut liegen ¹⁾.

Ein anderes schlagendes Beispiel sind die von mir näher untersuchten einzelligen Drüsen aus der Haut, Cloake und Scheide der Käfer ²⁾. Diese Organe stellen im Allgemeinen einen selbständigen Körper dar, indem um ihr Protoplasma eine Membran sich herumzieht ³⁾. Hingegen giebt es Arten, wo an bestimmten Körperstellen (bei *Dyticus marginalis* z. B. am Ende des Vorderfusses) der Drüsenkörper d. h. die Drüsenzelle einer scharf begrenzten Contur nach aussen ermangelt, so dass die Zellen zu einer granulären Masse zusammenschmelzen, aus welcher die Kerne und die anderen uns hier nicht berührenden Theile der Drüse hervorstechen ⁴⁾.

Weiter könnte ich anführen, dass nach meiner ⁵⁾ Erfahrung die Matrix der Cuticula gewisser Nematoden (*Ascaris lumbricoides*) ebenfalls ohne eigentlich zelligen Bau ist, sondern aus einem feinen granulären Stoff besteht, in welchem kleine *Nuclei* eingebettet liegen, die leicht zu unterscheiden sind von den zahlreichen Fettkörnern und Fettropfen, durch welche die ganze Haut ein lebhaft weisses Aussehen erhält. Ebenso könnte ich noch auf den Fettkörper der Arthropoden und auf einschlägige Beobachtungen Anderer hinweisen. Da ich aber unten bei Besprechung der Chitinsubstanzen auf diese Theile zurückzukommen habe, so mag das Angeführte genügen, um von Neuem gezeigt zu haben, dass es Ballen von Zellsubstanz mit Kern, in gewöhnlichem Sprachgebrauch «Zellen» gebe, welche nie an ihrer Grenze zu einer Membran erhärten, in diesem Zustande verharren oder mit ihrem Protoplasma sofort zu Gewebsschichten zusammenschmelzen.

Jüngst hat noch Häckel überzeugend nachgewiesen, dass die Blutzellen der Wirbellosen «hüllenlose Protoplasmaklumpen» sind, die durch ihre eigenthümlichen Bewegungen wie Amöben, feste Stoffe in sich aufnehmen können ⁶⁾.

1) Naturgesch. d. Daphniden 1860; Bemerkungen über den Bau d. Cyclopiden, Archiv f. Naturgesch. 1859. — 2) Zur Anat. d. Insecten, Archiv f. Anat. u. Phys. 1859. — 3) Man vergl. a. a. O. z. B. fg. 2, 3, 6. — 4) Vergl. a. a. O. z. B. fg. 1, 5, 7. — 5) Haben die Nematoden ein Nervensystem? Archiv f. Anat. u. Phys. 1861. — 6) Häckel, Die Radiolarien. Eine Monographie, 1862. S. 103.

Zweites Kapitel.

Metamorphosen der Zelle.

Wir schreiben jeder Zelle ein eigenthümliches, in gewissem Sinne individuelles Leben zu; sie ist uns, wie bemerkt, ein kleiner Thierleib im Dienste eines grösseren Ganzen. Um aber den Bedürfnissen des Gesamtorganismus zu genügen, hat sie sich in mancherlei Weise verschiedenen Zwecken anzupassen, was durch kleinere oder grössere Abänderungen aller oder einzelner Theile des Zellenkörpers erreicht wird.

Abänderung der Gestalt. Ursprünglich von kugliger Form kann die Zelle ihre Gestalt dahin ändern, dass sie sich abplattet, kegelförmig wird, oder nach den verschiedensten Richtungen auswächst. Auch der Kern kann aus seiner rundlichen Form in das Ovale und Stabförmige übergehen, er kann fadig auswachsen, wenn er sich zu Samenelementen umwandelt; in seltenen Fällen verästelt er sich. Letzteres kommt vor bei Insecten: in den Secretionszellen der Speicheldrüsen oder Spinngefässe, in den Malpighischen Röhren gewisser Schmetterlinge. In allen diesen Fällen ist der Uebergang des Kerns in eine complicirte Form um so beachtenswerther, als der Zellenkörper dabei in einfacher Gestalt verbleibt.

Auch das Kernkörperchen (*Nucleolus*) ändert, obschon seltner, seine ursprünglich runde Gestalt ins Längliche um. Ich sah dergleichen in den Epidermiszellen der *Cobitis barbatula*, Remak bildet welche ab von den grossen Randzellen des Hornblattes in dem sich entwickelnden Hühnchen; endlich haben, wie ich beobachte, diese Form auch die *Nucleoli* in den Kernen der Linsenfasern beim Frosch.

Umänderung im Innern des Protoplasma. In der Zellsubstanz (Protoplasma) treten mancherlei körperliche Theile auf, die verschieden sind von den eiweissartigen und fettigen Körnchen, welche meist von Anfang an in der zähflüssigen Grundmasse des Protoplasma liegen. Zwar auch diese können zu grösseren Eiweisskugeln und Fetttropfen heranwachsen, z. B. im Dotter vieler Thiere, so dass sie als Umwandlungen von Protoplasma anzusehen sind. Mehr aber noch gehören in diese Kategorie die mancherlei auftretenden Pigmente, welche entweder einfach körnig sind, oder deren Elemente sich krystallinisch gestalten. So habe ich gezeigt, dass die Flitterchen des Metallglanzes bei niedern Wirbelthieren „Zellinhalt“ sein können. Die Kiesel- und Kalknadeln der Spongien bilden sich in Zellen (Lieberkühn). Auch Chlorophyllkugeln erscheinen in thierischen Zellen. So unter den Infusorien ¹⁾ bei *Loxodes*, *Stentor* ²⁾, dann bei *Hydra*, *Convoluta*

¹⁾ Die Gattung *Euglena* ist wohl richtiger zu den Pflanzen zu stellen und daher hier nicht mehr aufzuführen. — ²⁾ Auch die Kügelchen der intensiv grünen *Vorticella chlorostigma*, von mir in den Seen des bairischen Hochlandes beobachtet, scheinen Chlorophyll zu sein. —

Schultzei, *Bonellia*, ja ich möchte fragen, ob nicht auch bei einer Käfergattung, bei *Cassida* nämlich die grüne Farbe von Chlorophyll herrührt? Die Art, wie hier das lebhaft grüne am todtten Insect in Braun übergeht, erinnert stark an die Entfärbung der Blätter.

Heinrich Meckel¹⁾ hatte zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass bei gewissen Umwandlungen des Zelleninhaltes, insbesondere bei der Bildung gewisser Secrete dies in eigenen, innerhalb der Zelle liegenden Bläschen erfolge, die seit jener Zeit allgemein als „Secretbläschen“ bezeichnet werden. Genannter Autor that solches dar von den harnsauren Concrementen in den Nierenzellen der Mollusken, vom Bilin bei Mollusken und Krebsen.

Ich konnte dies nicht bloss bestätigen²⁾, sondern wies auch die „Secretbläschen“ noch in andern Organen nach, so in den Speicheldrüsen von *Limax*, ferner in den von mir zuerst beobachteten und mit dem Namen „Schleimzellen“ belegten Elementen aus der Epidermis und dem Epithel mancher constant im Wasser lebender Wirbelthiere (Fische, Batrachier)³⁾. Ausserdem fand ich „Secretbläschen“ aber noch an einem ungewöhnlicheren Orte, nämlich im Fettkörper der Arthropoden, wo⁴⁾ sowohl die harnsauren Concremente (bei *Lampyrus*) als auch von mir entdeckte eiweissartige Krystalle (bei Insecten und Scorpionen) in solchen Räumen liegen⁵⁾.

Die „Secretbläschen“ sind ihrer Entstehung nach wohl völlig gleichzusetzen den Vacuolen im Protoplasma; diese bilden sich aber so, dass der flüssige Theil des Protoplasma sich innerhalb des Zellkörpers ausscheidet. Secretbläschen sind demnach Hohlräume in der Zellsubstanz, gefüllt mit einem mehr wässrigen Inhalt, und ausserdem mit diesem oder jenem Producte der absondernden Thätigkeit des Protoplasma. — Auch im *Nucleolus* treten zuweilen, wie z. B. im Keimfleck vieler Wirbellosen ähnliche kleine Hohlräume auf.

Als eine den „Secretbläschen“ verwandte Bildung betrachte ich nicht bloss die *Angelorgane* in der Haut der *Hydra*, sondern auch die von mir aus vielen Drüsen der Insecten beschriebene Blase, mit der innerhalb der Zelle der Ausführungsgang beginnt⁶⁾. (S. ob. S. 19.) Nur ist hier vielleicht in Folge leicht beginnender Chitinisirung der blasige Körper ein selbständigeres Gebilde geworden, als solches mit dem völlig geschlossenen Secretbläschen der Fall ist.

Die Bildung der Secretbläschen und verwandter Körper können als Abscheidungen angesehen werden, welche von Seite des Protoplasma nach innen erfolgen.

Abscheidungen des Protoplasma nach aussen. Sehr eingreifend und umgestaltend wirkt nun ferner die Zellsubstanz dadurch, dass

1) H. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niedern Thiere, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1846. — 2) Ueb. *Paludina vivipara*, Ztschrift für wissensch. Zoologie Bd. II.; Histol. S. 468 (Heft 2). — 3) Beitr. z. mikrosk. Anat. u. Entwickl. d. Rochen u. Haie, 1852, S. 52; Anat. hist. Untersuchungen üb. Fische u. Reptilien. 1853, S. 107. — 4) Histologie, S. 343. — 5) Einiges üb. d. Fettkörper d. Arthropoden. Archiv f. Anat. u. Phys. 1863. — 6) Zur Anat. d. Insecten, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859 (recht auffallend z. B. Taf. II. fg. 19, Taf. III. fg. 26).

sie Substanzen von mancherlei chemischer Qualität, cellulosehaltige, leim- chondrin- chitinhaltige nach aussen, also auf ihre Oberfläche absetzt. Wir erinnern uns wieder daran, dass die Zelle für uns die Bedeutung eines kleinen Thierkörpers hat, und gleichwie ein grösserer zusammengesetzter Thierleib nach aussen panzer- und schalenartige Lagen um sich herstellt, so scheidet auch die Einzelzelle Substanzen nach aussen ab, wodurch, wenn die Abscheidung ringsum erfolgt, die Zelle eine Capsel erhält.

Bei der Pflanzenzelle wird, wie Alex. Braun ¹⁾ sich ausgedrückt hat, die von der Zelle secernirte Cellulosemembran zum Kämmerlein, in welches sich das Pflanzenleben zurückzieht, später ihr Sarg. In der thierischen Zelle, wie uns die Beobachtung lehrt, dauert die Wechselwirkung zwischen der Zellsubstanz (Protoplasma) und den secernirten Lagen länger fort, häufig zeitlebens. Und nur bei manchen, z. B. gewissen Cuticularbildungen hört der Stoffwechsel zwischen Cuticula und Zelle in bestimmter Zeit auf, die Hantlage wird daher abgestossen, um einer neuen Platz zu machen.

Wie schon bemerkt, kann die Abscheidung entweder nur an einem Theil des Zellenkörpers vor sich gehen, oder rings um die ganze Peripherie der Zelle. Dadurch kommen wenn im ersten Fall die Zellen flächenartig gelagert sind, jene hautartigen Lagen zu Stande, welche man unter der Bezeichnung Cuticularbildungen zusammenfasst. Im zweiten Falle entstehen durch Abscheidung der Zwischenmaterien die sog. Intercellular-Substanzen.

Jede dieser Abscheidungen kann in mancherlei Abstufungen des Mengenverhältnisses erfolgen.

Eine Cuticula in ihren Anfängen ist ein weicher, homogener Saum, über die freie Fläche einer Zellenlage wegziehend, in manchen Fällen kaum als gesonderte Lage darstellbar; andrerseits kann sie zu mächtigen sog. Hornlagen sich verdicken, so z. B. zum Panzer grössrer Arthropoden, zur innren Haut im Muskelmagen der Vögel.

Die Intercellular-Substanz kann in so geringer Menge abgesetzt sein, dass sie für die gewöhnliche Beobachtung kaum nachweisbar ist und nur gleichsam zum Verkleben der Zellen untereinander dient; hinwieder sieht man sie als Verdickungsschichten um die Zellen auftreten, als concentrisch-streifige Capseln oder Umhüllungsmembranen. Ein andermal geschieht die Ausscheidung in so reichlicher Masse, dass die zelligen Theile allmählig weit, ja selbst sehr weit auseinander zu liegen kommen (Bindegewebe, Knochen, Knorpel). Solche Intercellular-Substanzen tragen durch die Mächtigkeit ihrer Masse oft wesentlich zum Ausbau eines Organismus bei.

Umwandlung des Protoplasma in Muskel- und Nervensubstanz.
In sehr beachtenswerther Weise wandelt sich die Zellsubstanz in jenen Zellen um, welche zu Muskelfasern werden.

¹⁾ Braun, Verjüngung in der Natur, 1850.

In manchen Muskelarten bleibt zwar die contractile Substanz von gleichartigem homogenem Aussehen; in andern Muskeln tritt eine Differenzirung ein, zunächst der Art, dass die vorher gleichmässige Zellsubstanz sich in Rinde und Mark scheidet, dann dass die Zellsubstanz sich in kleine Stückchen von bestimmter Form und Gruppierung sondert. Das Protoplasma ist jetzt zur sog. quergestreiften Masse geworden.

Während die Muskelzelle, wie Vorgesagtes zeigt, gewisse eigenartige Sonderungen der contractilen Substanz an den Tag legt, bekundet das Protoplasma der Nervenzellen, also die empfindende Substanz, für unsere jetzigen optischen Hilfsmittel nichts Spezifisches.

Schwinden der Individualität der Zelle. Endlich giebt es Metamorphosen, welche die Individualität der Zellen gefährden, auch wohl ganz vernichten: Zellen können miteinander verschmelzen. So z. B. in der Matrix der Cuticula (s. bereits S. 21) mancher Wirbellosen, bei der Bildung der Blut- und Lymphgefässe, der Tracheen, der Höhlen und Räume in Knorpel und Knochen; vielleicht verwachsen auch noch da und dort zu Plättchen gewordene Zellen mit ihren Rändern, um dünne Häute zu erzeugen. Das Epithel im Herzen der Wirbelthiere schien sich mir früher so zu verhalten.

Drittes Kapitel.

Gewebe.

Die Ei- oder Keimzelle liefert durch den sog. Furchungsprozess das Material für die Gewebe, indem dieser Vorgang darauf beruht, den Dotter in kleine Portionen zu scheiden, wovon eine jede den Werth und die Bedeutung einer Zelle hat. Ein Theil dieser Furchungskugeln oder Zellen gewinnt eine hautartige Begrenzung durch Verdichtung an der Peripherie; andere aber werden zur Herstellung von Geweben verwendet, ohne je zuvor es zu einer begrenzenden Membran gebracht zu haben.

Unter „Geweben“ begreift man die grösseren Massen, zu welchen sich bestimmter Leistungen halber Zellen und Zellenabkömmlinge vereinigt haben.

Eintheilung der Gewebe. Die Gewebe systematisch zu gruppiren wird immer seine eigenen Schwierigkeiten haben, da sie alle aus gleicher Wurzel, den Furchungskugeln stammend, in ihren späteren Verschiedenheiten immer wieder mehr oder weniger auf diesen gemeinsamen Ursprung hinweisen, demnach eine strenge Sonderung eben dieser Uebergangsformen wegen kaum ausführbar ist.

Es hat mir immer von besonderem Interesse geschienen, kleine

Organismen, die aber trotz ihrer geringen Grösse eine klare Differenzirung der Gewebe zeigen, ins Auge zu fassen, wenn es sich um die Auffindung der Verwandtschaftslinien handelt, nach welchen man die Gewebe gruppiren soll. So haben mir unter Anderem hierzu die Rotatorien gedient, um eine Classification der Gewebe ¹⁾ zu versuchen, nachdem ich schon früher ²⁾, gestützt auf Erfahrungen an Fischen und Reptilien die Grundzüge eines histologischen Systems vorgelegt, wie dasselbe dann auch in mein Lehrbuch der Histologie ³⁾ übergegangen ist.

Ich habe dazumal vier Hauptgruppen aufgestellt:

- 1) Gewebe der Binde substanz;
- 2) Gewebe der selbständig gebliebenen Zellen;
- 3) Nervengewebe;
- 4) Muskelgewebe.

Die Mehrzahl der Systematiker scheint Werth darauf zu legen, neue Formengruppen von schon bekannten durch besondere Kennzeichen abzulösen, neue „Typen“ aufzustellen. Ich bin in diesem Punct anderer Meinung. Mir scheint es verdienstlicher, anschaulich machen zu können, wie sogenannte verschiedene Typen zusammenneigen, auseinander hervor- und ineinander übergehen.

Und so haben mich unterdessen fortgepflogene Untersuchungen zu der Ansicht geführt, dass man die Gewebe der Binde substanz und diejenigen der selbständigen Zellen, da sie durch mancherlei Uebergänge verknüpft werden, in Eine Rubrik zu vereinigen habe, für welche ich jetzt die Bezeichnung: Vegetative Gewebe in Anwendung bringe.

Das Gemeinsame aller dieser Gewebe ist die secretorische Thätigkeit ihrer Zellen. Wie im Pflanzenkörper die einen der Zellen in ihrem Innern Säuren, die anderen Zucker oder Stärkmehl produziren, andere Eiweiss, Oele, Farbstoffe etc.; während wieder andere Zellen den Holzstoff abscheiden, der nur zum festen Boden und zur Stütze der übrigen Theile des Gewächses dient, so verhält es sich auch mit den von mir als vegetative Gewebe zusammengefassten Bildungen des Thierleibes. Einerseits betheiligen sich ihre Zellen an den Hergängen der Secretion; die Zellen als kleine chemische Werkstätten nehmen Stoffe auf, wandeln sie um und geben sie ab; andererseits dienen ihre Abscheidungsproducte zum Aufbau der Stützorgane oder Skelete des Thierkörpers. Und da, beides in ähnlicher Weise im Pflanzenkörper sich findet, spreche ich von „vegetativen“ Geweben im Gegensatz zu Geweben, welche, indem sie die Bewegung vermitteln oder die Unterlage für die Empfindung wie für die seelischen Thätigkeiten geben, geringere Analogien im Pflanzenreich haben.

¹⁾ Bau u. syst. Stellung d. Räderthiere, Ztschrft f. wiss. Zool. 1854, S. 104. — ²⁾ Anat. hist. Untersuchungen üb. Fische u. Reptilien, 1853, S. 111. — ³⁾ S. 31.

Meine jetzige Eintheilung der Gewebe lautet daher:

A. Vegetative Gewebe.

B. Animals Gewebe.

I. Bidesubstanz.

I. Muskelgewebe.

II. Epithelien, Drüsenzellen und
Horngewebe.

II. Nervengewebe.

III. Blut und Lymphe.

I. Bidesubstanz.

Der thierische Leib besteht einem guten Theil nach aus diesem Stoff. Es ist das stützende Gewebe des ganzen Körpers wie seiner Organe; diese Substanz erzeugt das Skelet der Wirbelthiere, sowie bei Wirbellosen die ein Skelet vertretenden Massen; sie bildet die Grundlage aller Häute, das Gestell der Drüsen und durch den ganzen Körper im Continuitätsverhältniss stehend, verleiht sie ihm Halt und Zusammenhang.

Die Gewebe der Bidesubstanz ändern nach ihren physikalischen und wohl auch chemischen Eigenschaften sehr ab. Es muss von vorneherein einleuchten, dass im Körper einer weichen, gallertigen Qualle das gestaltgebende und stützende Gewebe verschieden sein müsse von dem Gewebe, welches z. B. bei einer Schildkröte oder bei einem Krebs den starren Panzer bildet. Aehnliche Gegensätze treffen wir beim Vergleichen einzelner Organe. Der Glaskörper im Auge eines Wirbelthieres und ein Knochenstück müssen beide zu den Geweben der Bidesubstanz gestellt werden und welch' grosser Unterschied ist in der Consistenz zwischen beiden.

Diese Andeutungen können genügen, um schon jetzt die Ueberzeugung zu haben, dass die Gewebe der Bidesubstanz in ihren physikalischen Eigenschaften alle Grade der Cohäsion repräsentiren müssen, und dass sie eine förmliche Stufenleiter vom Halbfüssigen bis zum ganz Festen und Starren zu durchlaufen haben.

Aber auch nach andrer Richtung zeigen sich starke Unterschiede. Ich habe seiner Zeit gelegentlich schon der „Nebenbeziehungen“ gedacht, welche die Gewebe der Bidesubstanz, ausser ihrer Eigenschaft zu stützen, noch an den Tag legen, und möchte einstweilen hier bemerken, dass ihre zelligen Elemente, indem sie sich als Werkstätten mancherlei chemischer Producte kundgeben, mit den Epithel- oder Drüsenzellen auf Eine Stufe zu stehen kommen.

Allgemeine Kennzeichen der Bidesubstanz. Die wesentlichen Merkmale der Gewebe der Bidesubstanz lassen sich in folgendem übersichtlich zusammenfassen.

Die unter dieser Reihe begriffenen Gewebe bestehen aus Zellen und aus einer von den Zellen abgeschiedenen Materie.

Das Protoplasma dieser Zellen erhärtet nicht immer zu einer Grenzsicht oder Membran; was man gewöhnlich so nennt, ist

schon eine von der Zellsubstanz abgeschiedene Haut, also richtiger eine vom Protoplasma her entstandene Capsel der Zelle.

Wegen des Mangels und des Nichtzustandekommens einer Zellmembran können diese Zellen auch leicht mit ihren Rändern zu grössern Massen zusammenschmelzen, in denen nur die *Nuclei* noch sichtbar bleiben.

Die von den Zellen abgeschiedenen Lagen sind zwar homogen, aber da sie schichtweise sich absetzen, erhalten sie als Ausdruck der Schichtung ein streifiges Ansehen.

Die Zellen scheiden entweder nur an einem Theil ihrer Oberfläche homogene Lagen ab, oder rings um ihre Oberfläche. Ihre Abscheidungsproducte bilden somit entweder hautartig zusammenhängende Schichten, oder eine zwischen die einzelnen Zellen sich ausbreitende Substanz. Darnach lässt sich von Extracellular-Substanz wie von Intercellular-Substanz sprechen.

Die Menge der abgeschiedenen Stoffe ist sehr verschieden. Bald betheiligen sich an der Zusammensetzung des Gewebes Zellen und die homogenen Lagen in gleichem Maasse, oder es neigt sich ein Uebergewicht auf die eine oder die andere Seite, so dass demnach bald die Zellen vorherrschen und die Zwischensubstanz zurückgedrängt wird, ja sogar auf ein Minimum reduziert sein kann, oder umgekehrt die Extra- und Intercellular-Substanz waltet vor oder ist so massenhaft geworden, dass die Zellen nur noch in Resten zugegen sind, auch wohl gänzlich in den Hintergrund treten können.

Die abgeschiedenen Lagen ändern von halbfüssiger Substanz zu Gallerte, Schleim, Leim, Cellulose; sie können chitinisiren, sie können verkalken.

1. Zellig-blasiges Bindegewebe.

Das mit diesem Namen zu bezeichnende Gewebe spielt eine grosse Rolle im Bereiche der wirbellosen Thiere, so bei Weichthieren, Arthropoden, Würmern.

Ich habe zuerst an Gasteropoden gezeigt, dass im Körper von *Paludina*, *Arion*, *Helix*, überall da, wo bei höheren Thieren das Bindegewebe sich findet, helle grosse Zellen mit einem kleinen wandständigen Kern vorkommen. Ich nannte sie deshalb schon damals Binde-substanzzellen¹⁾. Zwischen diesen Zellen kann sich eine homogene Substanz in verschieden grosser Ausdehnung bilden, wahrscheinlich als einfaches Abscheidungsproduct dieser Zellen und dass mit diesem zelligen Bindegewebe noch eine andere Form der Binde-substanz, nämlich vollkommen homogene Häute als *Tunicae propriae* vorkommen, wurde ausdrücklich erwähnt²⁾.

Durch Gegenbaur³⁾ wurde später bekannt, dass in zwei anderen Gruppen der Weichthiere, bei den Pteropoden und Heteropoden ein

1) Ueber *Paludina vivipara*, Ztschrift f. wiss. Zoologie, Bd. II., 1850, z. B. S. 151, 156, 175, 188, 190. — 2) a. a. O. S. 190. — 3) Gegenbaur, Untersuchungen üb. Pteropoden u. Heteropoden 1855.

aus Zellen mit keiner oder nur unbedeutender Intercellular-Substanz zusammengesetztes Bindegewebe die verbreitetere Form sei.

Eine schöne Darstellung dieser Binde-substanzzellen und ihres Inhaltes gab bald darauf Semper ¹⁾.

Häckel ²⁾ hat das Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass auch das gleiche zellige Bindegewebe bei den höheren Krebsen (Decapoden) vorhanden sei. Ich hatte es dort verkannt, indem ich es früher als aus verästigten Zellen mit dazwischen gelagerter Gallerte bestehend ansah.

Zuerst habe ich ³⁾ mich dann an dem sog. Bauchgefäss der Lepidopteren, das ebenfalls aus der gleichen zellig-blasigen Binde-substanz besteht, von der Richtigkeit der Häckel'schen Auffassung überzeugt.

Auch bei den Lumbricinen sehe ich das Vorkommen dieses Gewebes, sowie endlich bei den Rotatorien.

Verhalten zum Leibesraum und den Organen darinnen. Die localen Beziehungen dieses Gewebes zum Körper im Ganzen sind wohl zu beachten. Es kleidet dasselbe eigentlich die Innenfläche des Leibesraumes aus und überzieht die Aussenfläche der in solchen Höhlen verlaufenden Organe: Gehirn und Nerven, Sinnesorgane (Ohrblase z. B. bei *Paludina*), Darm und seine Anhänge, Blutgefässe, sog. Wassergefässe, bei Insecten die Tracheen.

Indem ich die Tracheen von unsrer zellig-blasigen Binde-substanz begleitet sein lasse, ist auch ausgesprochen, wohin der sog. Fettkörper der Arthropoden gehört. Dieser ist identisch mit dem Gewebe, von dem hier die Rede ist, und stellt nur dasselbe in theilweise sehr mächtiger Entwicklung dar, eine Verwandtschaft, auf welche ich schon längst aufmerksam gemacht habe.

Zellen. Zunächst ist es eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass die Zellen von gewöhnlichen Grössenverhältnissen ab-, in manchen Thieren und an gewissen Stellen eine sehr beträchtliche Grösse annehmen können. Ich ⁴⁾ habe schon vor längerer Zeit am Fettkörper auf riesige Zellen mit entsprechend grossen Kernen ⁵⁾ aufmerksam gemacht. Die von Semper aus *Lymnaeus stagnalis* abgebildeten Zellen sind ebenfalls von sehr grosser Art, nicht minder weist Häckel auf die umfängliche Grösse derselben beim Flusskrebs hin.

Ihr Zusammenschmelzen. Die Gestalt der Zelle ist, so lange sie selbständig geblieben, im Allgemeinen kuglig. Aber es ist ein sehr gewöhnliches Vorkommen, welches ich nachdrücklich hervorheben möchte, dass die Zellsubstanz oder das Protoplasma einer Anzahl von Zellen zusammenschmilzt und nur die Kerne bleiben. Ich habe dieses Verwachsen der Zellen zu einer Punktmasse, in der die ursprünglichen Kerne liegen bleiben, immer betont, auch noch jüngst besprochen und abgebildet ⁶⁾. Und ganz in gleicher Weise,

1) Semper, Beitr. z. Anat. u. Physiologie d. Pulmonaten, Ztschrft f. wiss. Zoologie, Bd. VIII, 1856. (Taf. XVI, fg. 3.) — 2) Häckel, üb. d. Gewebe des Flusskrebses, Archiv f. Anat. u. Phys. 1857. — 3) Das sog. Bauchgefäss d. Schmetterlinge, Archiv f. Anat. u. Phys. 1862, S. 574. — 4) Zum feineren Bau der Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 483 (von *Isodes*); Lehrb. d. Histol. S. 14, S. 346 (von *Phryganea grandis*). — 5) Üb. dies. Kerne s. ob. S. 14. — 6) Naturgesch. d. Daphniden 1860; z. B. Taf. II. fg. 16, Taf. VII. fg. 55.

wie an der Matrix der Cuticula der äussern Haut, indem Pigmentkörner sich um den Kern gruppieren, die eigentlichen Zellenbezirke sich abmarken und die Matrix dadurch ein epithelartiges Aussehen gewinnt, können auch hier die Zellenterritorien sichtbar bleiben ¹⁾).

Dann giebt es aber auch Partien, in welchen sich die Zellen rein und scharf von einander abgrenzen, ohne dass man bereits von Abscheidungen sprechen könnte. Auch davon habe ich Beispiele namhaft gemacht ²⁾. Sobald sich freilich Hüllmembranen absetzen, dann bekommen die Zellen sogar ein scharfrandiges Aussehen. Eine solche Membran ist aber um so bestimmter auf eine secundäre Abscheidung zurückzuführen, als auch in den Fällen, wie z. B. am Fettkörper, wo die Zellen zusammenfliessen, die daraus hervorgegangenen Stränge und Platten allzeit von einer gleich scharfen, homogenen Haut umgeben erscheinen, die gewissermassen die gemeinsame Hüllmembran der verschmolzenen Zellenbezirke vorstellt.

Intercellularsubstanz. Grenzt sich, wie solches gerne z. B. an dem die Blutgefässe begleitenden Gewebe der Fall ist, jede rundliche Zelle für sich durch eine Hüllmembran ab, so werden dann auch die Zwischenräume, da wo die Zellen zusammenstossen, von einer dichten, homogenen Substanz, einem neuen Abscheidungsproduct ausgefüllt, welche die Zellen untereinander sehr innig verkittet. Diese Intercellularräume können durch den Umstand, dass sie häufig von deutlicher Sternform sind, und die vollkommen wandständigen Kerne scheinbar in ihnen liegen, zur Täuschung führen, man habe es mit strahligen Bindegewebskörperchen und lacunalen Zwischenräumen zu thun.

Die Zellen als Drüsenzellen. Es wurde oben gesagt, dass gewisse zellige Elemente der Bindesubstanz wegen der mannichfachen chemischen Functionen den Rang von Drüsenzellen beanspruchen können. Mit dieser Bemerkung hatte ich vorzugsweise das zellig-blastige Bindegewebe im Auge. Das Protoplasma dieser Zellen ist ursprünglich eine trüb-moleculäre Substanz, welche sich auch noch später, wenn andere Stoffe aufgetreten sind, als Hof um den Kern erhalten kann ³⁾.

Gewöhnlich aber erscheint das Protoplasma in eine eiweissartige Substanz umgewandelt, wobei diese entweder häufig kleinere hellere Kugeln vorstellt, oder einen grossen die Zelle ganz einnehmenden Gallertklumpen, was dann den Zellen die auffallende Klarheit und Durchsichtigkeit verleiht, so z. B. bei höheren Krebsen, bei Mollusken, da wo das Gewebe Blutgefässe und andere Organe umhüllt.

Bei Insecten und Scorpionen habe ich ⁴⁾ entdeckt, dass eine eiweissartige Substanz in Krystallform, erinnernd an die Dotter-

¹⁾ Man vergl. z. B. S. 388. in m. Histologie. — ²⁾ Daphniden, z. B. Taf. V. fg. 43, b. — ³⁾ Man vergl. z. B. die citirte Figur bei Semper, oder fg. 20 g bei Häckel. — ⁴⁾ Einiges Abb. d. Fettkörper der Arthropoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1863.

plättchen der Fische und Amphibien, sich im Fettkörper abscheidet und zwar in besonderen, den Secretbläschen (s. ob. S. 24) vergleichbaren Räumen. Das Letztere wäre übrigens auch von der gewöhnlichen Gallerte zu bemerken, die mir zum Theil (Larve von *Aeshna grandis* z. B.) in eben solchen Höhlen abgesetzt erscheint.

Fast gerade so verbreitet wie der Eiweissgehalt ist die Ablagerung von Fett. Es tritt auf in Form kleiner Körnchen und Tröpfchen bis zu sehr grossen Kugeln oder auch wohl in klumpigen Massen. Die Fetttropfen mancher Wirbellosen, z. B. des Flusskrebses, haben einen geringern Glanz und schwächere Randbeschattung, als solches von den Fetttropfen der Wirbelthiere bekannt ist, während bereits bei andern Krustenthieren (Daphniden, Cyclopiden), Mollusken, Würmern das Fett schon völlig die breiten tiefschwarzen Umrisse darbietet. Die Fettkugeln sind entweder farblos, oder gelb, roth, blau gefärbt; letzteres kommt namentlich bei Krebsen vor. Es wurde in früherer Zeit öfters wiederholt und auch Lehrbücher neuesten Datums begehen den Fehler, dass diese durch Grösse und Farbe so auffallenden Oelkugeln bei niederen Krebsen frei im Leibesraum schwimmen sollen; ich habe gezeigt ¹⁾, dass sie in festsitzenden Zellenkörpern liegen, wie bei andern Arthropoden.

Die stärkste, oft massenhafte Fettablagerung findet Statt bei den luftathmenden Arthropoden, also bei Myriapoden, Arachniden und Insecten. Dadurch erhält das ganze Gewebe einen bestimmten Charakter und wurde desshalb von je als „Fettkörper“ bezeichnet.

Ausser Eiweiss und Fett kommen im zellig-blasigen Bindegewebe noch andere Stoffe und zum Theil ebenfalls sehr verbreitet vor.

Einmal wird in die Zellen Kalk abgeschieden, wie ich schon längst von *Paludina* mitgetheilt habe ²⁾. Der Kalkklumpen kann die Zelle so ausfüllen, dass die Zellenmembran erst erkannt wird, wenn nach Anwendung von Säuren der Kalk gelöst ist.

Eine andere gewöhnliche Ablagerung sind Pigmentkörner mancherlei Art.

Sehr beachtenswerth dürfte sein, dass harnsaure Concremente und Krystalle im Fettkörper verschiedener Arthropoden zum Theil in reichlichster Menge sich finden. Ich habe zuerst diese Substanzen als etwas besonderes im Fettkörper unterschieden und später ihre grosse Verbreitung gezeigt ³⁾.

Sog. Leber der Anneliden. Schon früher ist von mir dargethan worden, dass die sog. Leber der Hirudineen ein dem Fettkörper der Arthropoden verwandtes Gewebe sei ⁴⁾. Den damals mitgetheilten Thatfachen füge ich jetzt nach wiederholter Untersuchung bei, dass bei *Sanguisuga medicinalis*

1) Bemerkungen üb. d. Bau der Cyclopiden, Archiv f. Naturgesch. 1859, S. 201; Naturgesch. d. Daphniden, 1860, S. 51. — 2) a. a. O. z. B. S. 151. — 3) Zum feineren Bau der Arthropoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, S. 464; Einiges üb. d. Fettkörper d. Arthropoden, ebendasselbst 1863. — 4) Histologie S. 366.

und *Haemopsis vorax* die rundlichen, mit braun-körnigem Inhalt erfüllten «Leberzellen» den Blutgefäß-Verzweigungen auf weite Strecken hin ansitzen. Mit dieser Beobachtung bin ich im Stande, folgende mir erst später bekannt gewordene Angabe eines französischen Forschers zu erklären.

Gratiolet¹⁾ hatte nämlich ausgesagt, dass beim medizinischen Blutegel die aus den Seitenstämmen hervorgegangenen Verästigungen ein reiches Netz erzeugen, dessen Kanäle varicos seien, sich mehrfach durchschlingen und so ein schwammiges Gewebe bildeten, welches andere Autoren für Geflechte von Gallengefäßen gehalten hätten. Diese Angaben kann ich vollkommen bestätigen, nur muss man eben beisetzen, dass die vielfach verschlungenen Blutgefäße nach aussen mit den sog. Leberzellen besetzt sind und diese können auch den Anschein geben, als ob die Blutgefäße blinde Aussackungen hätten²⁾.

Man kann diese die Blutgefäße begleitenden Zellen den Binde-substanzzellen vergleichen, welche bei Mollusken und dem Flusskrebs zur Umhüllung der Blutgefäße dienen, von denen sie sich aber durch ihren braunkörnigen Inhalt unterscheiden.

Aber auch die «Leberzellen» anderer Anneliden, ausser den Hirudineen, müssen theilweise unter diesen Gesichtspunkt gestellt werden. Man nimmt allgemein an, die bei den Lumbricinen das Darmrohr von aussen belegenden braunkörnigen Zellen stellten eine zellig ausgebreitete Leber vor. Ich theilte früher diese herkömmliche Auffassung³⁾, musste dann aber dabei den Unterschied herausheben, dass bei andern Thieren (z. B. der Larve vom Ameisenlöwen und den Rotatorien) die Leberzellen die Stelle eines Epithels vertreten, hingegen bei den Lumbricinen aussen am Darm lägen.

Wenn man indessen erwägt, dass auch bei den Lumbricinen, — ich habe hierauf *Lumbricus agricola* und *Lumbriculus variegatus*⁴⁾ von neuem näher angesehen, — diese «Leberzellen» nicht blos den Darmkanal, sondern auch das Rückengefäß und über dieses weit hinaus auch die feineren Gefäße begleiten, ganz vergleichbar den Verhältnissen bei den Hirudineen, so darf man die Ansicht aufstellen, dass diese den Blutgefäßen anhaftenden Zellen morphologisch hieher, d. h. zum zellig-blasigen Bindegewebe, gehören und nur durch ihre Füllung mit brauner Körnermasse einen besondern Charakter annehmen.

Damit ist indessen noch keineswegs ausgeschlossen, dass die Zellen physiologisch nicht am Ende doch durch ihre secretorische Thätigkeit die «Leber» ersetzen. Im Falle die Chemie nachzuweisen im Stande sein wird, dass der braunkörnige Stoff dieser Zellen mit dem Inhalt unbezweifelbarer Leberzellen übereinstimmt, so würde sich vielleicht eine Aussicht eröffnen, gerade ihre innige Beziehung zu den Blutgefäßen einigermaßen zu be-

1) Gratiolet, *Mém. sur l'organisation du système vasculaire de la sangsue medicinale* etc. Ann. d. scienc. nat. 1850, T. XIV. — 2) Als beste Präparationsmethode finde ich, Blutegel in Essig zu erweichen, darauf Querschnitte zu machen und an solchen das «Lebergewebe» auseinander zu zerren. — 3) Histologie S. 363. — 4) Mit Bezug auf die Abhandlung Claparède's, *Rech. anat. sur les Oligochètes*, Genéve 1863, in welcher die irrigirten Angaben Grube's über die blinden Aussackungen des Rückengefäßes von *Lumbriculus variegatus* berichtigt werden, erlaube ich mir gelegentlich zu bemerken, dass ich den wahren Sachverhalt seit Jahren kenne und auch in meiner Histologie S. 436 deutlich ausgesprochen habe. Es heisst dort: «Etwas eigenes sind bei *Lumbriculus variegatus* die blindendigenden, contractilen Aussackungen, welche das Rückengefäß, jedem Leibessegment entsprechend, abgibt. Nach dem Vorderleibende zu werden diese Gefäßfortsätze zahlreicher, länger und bilden damit ganze Quasten. In ihrer Adventitia liegen scharfconturirte Körperchen und daher sind sie theilweise auch ganz dunkel gefärbt. Sie haben die *Muscularis* und alle Zotten eines Quastenpaares contrahiren sich gleichzeitig.»

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

greifen. Vorderhand aber sind sie als Binde substanzzellen aufzufassen und ihr Inhalt nicht als Galle, sondern als Pigment ¹⁾).

Aus dem Körper der Wirbelthiere könnte zu dem zellig blasigen Bindegewebe die Substanz der *Chorda dorsalis* gestel werden.

2. Cuticulargewebe.

Dieses Gewebe gehört vorzugsweise den Reihen wirbellose Thiere an; doch nicht ausschliesslich, indem es auch gar manch Bildung bei Wirbelthieren giebt, die unter diesen Begriff zu stelle ist. Es besteht aus zelliger Grundlage und den Zellausscheidungen *Matrix, Zusammensetzung, Verbindung mit andern Theilen*

Die zellige Grundlage oder die Matrix ist entweder von epithelartigem Aussehen, auch ein wirkliches, aus gesonderten Zelle bestehendes Epithel oder, was ebenso häufig ist, die Zellenlinie verwischen sich, mit andern Worten, es mangeln die Zellenmembranen und die Matrix erscheint jetzt als weiche, feinkörnig Substanz, in der die Zellenkerne liegen. Es giebt zahlreiche Fälle, in denen weder im frischen Zustand, noch nach Reagentien Zellen als solche isolirt werden können, vielmehr angenommen werden muss, die Zellen seien vor Erhärtung ihrer Grenzschicht mit einander verwachsen. (Sich. ob. S. 21.)

Ferner halte ich für wichtig, dass die eben bezeichnete Matrix in unbestreitbarer Continuität mit dem vorhin abgehandelter zellig-blasigen Bindegewebe steht. Der Fettkörper der Arthropoden und die weichen Hautlagen ihrer Integumente stehen in unmittelbarem Zusammenhang.

Am Fettkörper eines Insectes oder am zellig-blasigen Bindegewebe, welches beim Flusskrebs ein Blutgefäss begleitet, scheiden, wie schon (S. 31) bemerkt, die zelligen Theile eine zarte homogene Umhüllungsmembran aus, welche als scharfe Contour die mancherlei Balken und Ausläufer des Fettkörpers begrenzt. Ganz so entwickelt die Matrix an der Körperoberfläche homogene Hautlagen.

Cuticula. Die ersten Anfänge treten dergestalt in die Erscheinung, dass die freie Fläche der nebeneinander liegenden, epithelartig selbständigen oder verschmolzenen Zellen einen homogenen hellen Saum erzeugt, der unter manchfacher Verdickung und Erhärtung von einer weichen homogenen Haut zu einer festen Schale werden kann. Diese einseitig erfolgenden Zellenabscheidungen bilden das, was wir seit längerer Zeit Cuticula nennen. (S. ob. S. 25.)

Innere Skelettheile der Arthropoden. Zahlreiche Arthropoden besitzen innere Skelettheile unter der Form von mancherlei

1) Ich würde diese Auffassung auch auf die eigentlichen den Darm besetzenden Leberzellen ausdehnen, wenn nicht hier nach meinen früheren Beobachtungen diese Zellen durch retortenförmige Gestalt an wirkliche einzellige Drüsen erinnerten. Histologie S. 364, fig. 196. (Darm von *Nais* im senkrechten Schnitt.)

Platten, Stäben und zusammengesetzten Gerüsten. Alle diese Bildungen entstehen auf gleiche Weise wie die Cuticula der äussern Haut: als Abscheidungsproducte einer Matrix, die continuirlich mit der Matrix der äussern Haut und mit dem Fettkörper zusammenhängt. Daher erscheinen denn auch schon für die oberflächliche Besichtigung solche innere Skelettheile als Fortsätze, welche vom Hautpanzer nach innen gehen.

Äussere Hautanhänge. Der Hautpanzer besitzt nach aussen mancherlei Anhangsgebilde, insbesondere Haare, Stacheln und Schuppen. Auch diese nehmen ihren Ursprung von der Matrix her, indem letztere entweder fadig auswächst, wobei der fadige Ausläufer dem Territorium einer einzigen Zelle entsprechen kann, oder es erheben sich, wenn es sich um die Bildung eines starken Haares oder Stachels handelt, mehrere Zellenbezirke zu einer Papille, durch deren Abscheidung das Haar oder der Stachel zu Stande kommt ¹⁾.

Schichtung, Porenkanäle. Die von der Matrix gelieferte homogene Substanz oder die Cuticula zeigt sehr allgemein, sobald sie eine gewisse Dicke erreicht hat, sehr regelmässige parallele Schichtungsstreifen, entweder rein wagrecht oder dem Relief der Cuticula entsprechend in Wellenlinien.

Ebenso ist es ein sehr allgemeiner Charakter der Cuticularbildungen, dass sie von senkrechten Kanälen durchsetzt werden, welche nach Grösse und Form sehr verschieden sind. Die einen stellen die sog. Porenkanäle vor; sie sind in zahlloser Menge vorhanden und so fein, dass sie auch bei starker Vergrösserung nur als zarte Striche gesehen werden, bei der Flächenansicht nehmen sie sich wie dunkle Punkte aus. Die andere Sorte besteht aus weiten die Cuticula durchdringenden Hohlräumen, die entweder einfach gerade aufsteigen, oder in manchfacher Weise sich krümmen; sie sind entweder ungetheilt oder verästelt, sie haben ferner entweder ein gleichmässiges Kaliber oder ampullenartige Erweiterungen u. dgl. Jedes stärkere Haar sitzt über einem solchen Kanal. In diese Cuticularkanäle erhebt sich sehr allgemein ein Fortsatz der Matrix, selbst wenn sie nicht mit Haaren zusammenhängen ²⁾.

Entstehung der Porenkanäle. Wie mögen die Cuticularkanäle sich bilden? Wenn man sieht, wie noch von den Kanälen der fertigen Cuticula fadige Fortsätze der Matrix umschlossen werden, so muss man annehmen, dass die Kanäle zunächst auf Lücken oder

¹⁾ Vergl. m. Naturgesch. d. Daphniden, Taf. I, fg. 11; Häckel, Arch. f. Anat. u. Phys. Taf. XIX, fg. 22; Semper, Ztschrift f. wiss. Zoologie Bd. VIII, Taf. XV. — ²⁾ Valentini hat die Porenkanäle beim Flusskrebs zuerst gefunden (Repertorium f. Anat. u. Phys. 1836); ich habe gezeigt, dass sie bei Krebsen, Spinnen u. Insecten eine allgemeine Verbreitung haben, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, über die Fortsätze der Matrix in die Kanäle siehe Taf. IV. s. B. fg. 9. Ueber besondere Umbildungen dieser Kanäle in den Antennen der Insecten siehe m. Abhandlung: Geruchs- u. Gehörorgane der Krebse u. Insecten, Arch. f. Anat. u. Phys. 1860. In meinem Aufsatz üb. *Corothra*, Ztsch. f. wiss. Zool. 1861 ist wohl das vermeintliche „federnde Bändchen“ ebenfalls der Hautkanal unterhalb der Borsten.

Hohlräume zurückzuführen sind, welche innerhalb der geschichteten Cuticula zur Aufnahme eines solchen Fortsatzes der Matrix bleiben. Und wenn ein solcher Fortsatz als Auswuchs nur einer einzigen Zelle oder eines Zellenbezirkes erscheint, so ist weiter zu schliessen, dass der Kanal unter Betheiligung einer Zelle in der Weise entstanden ist, wie etwa die unter dem Namen Bindegewebskörperchen bekannten Lücken des gewöhnlichen Bindegewebes.

Es fragt sich, darf man diese Entstehung auch für die „Porenkanäle“ in Anspruch nehmen? Ich habe Grund, eine derartige Genese in manchen Fällen für wahrscheinlich zu halten. An der Cuticula im Darm der Raupen fiel es mir längst auf, dass der von „Porenkanälen“ durchsetzte Cuticularsaum nach Einwirkung von Wasser sich in einen anscheinenden Haarbesatz umändert, ganz ähnlich wie solches auch Brettauer und Steinach ¹⁾ am Epithel der Darmzotten beobachtet haben. Sie betrachten den Cuticularsaum als ein Aggregat von Stäbchen und heben überdies noch hervor, dass diese Stäbchen mit dem Zelleninhalte in näherer Verbindung stehen, als mit der Zellenmembran.

Nach dem Vorgesagten und zu der Annahme neigend, dass die weiten Kanäle und die Porenkanäle zu verwandter Natur sind, als dass sie einen wesentlich verschiedenen Ursprung haben werden, bin ich der Ansicht, dass die Zellen oder Zellenbezirke (Protoplasmen ohne Membran) in Härchen auswachsen, wie die Flimmerzellen. Die sich absetzende Cuticularsubstanz kann nur zwischen den Härchen Platz nehmen und diese umschliessen. Da man aber später wenigstens mit unseren jetzigen Instrumenten an dem Hautpanzer der Arthropoden keine Fortsätze der Matrix in die Porenkanäle aufsteigen sieht, was wie bemerkt, an den grösseren der Fall ist, so sind wahrscheinlich, nachdem einmal die Porenkanäle fertig waren, die ersteren eingegangen und der Kanal erscheint bloß mit Flüssigkeit oder, wozu ich Beispiele entdeckte, mit Luft gefüllt.

Nach dieser Auffassung wären somit auch die Porenkanäle unter Betheiligung von Zellen entstanden, etwa in der Weise wie die Röhrchen des Zahnbeins oder die feinen Ausläufer der Knochenkörperchen.

Andrerseits scheint es Fälle zu geben, wo die Porenkanäle der Cuticula schon in einem röh rigen Bau des Protoplasma (S. 13) gewissermassen vorgebildet sind. Ich verweise in dieser Beziehung auf die von mir ²⁾ zuerst gemachte Wahrnehmung, dass Epithelzellen vorkommen, deren Protoplasma in breiter Zone fein radiär gestreift ist, in Linien, die man auf sehr feine Kanäle beziehen könnte. Hier

1) Brettauer u. Steinach, Unters. üb. d. Cylinderepithellum der Darmzotten, Sitzb. d. Wiener Akad. 1857. — 2) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 445, S. 458, Taf. XV, fg. 10; Histol. fg. 177.

liegt dann nahe, die Kanäle der Cuticula einfach als Fortsetzungen der Kanäle des Protoplasma zu betrachten.

Farbe der Cuticularsubstanzen. Intercellularsubstanzen sind fast immer (eine Ausnahme bilden z. B. die grünen Knochen von *Belone* ¹⁾) farblos; auch die Extracellulärsubstanzen verhalten sich häufig so, namentlich wo sie weich sind und im Innern des Körpers vorkommen. Sobald sie aber stark erhärten oder an der Körperoberfläche mit Licht und Luft in Berührung treten, färben sie sich oft gelb, roth, braun, grün, schwarz in verschiedenen Abstufungen. Auch die Intima der Tracheen, ebenfalls hierher gehörig, nimmt unter der erhärtenden Einwirkung der Luft gelbliche und bräunliche Schattirungen an.

Sculptur der Cuticula. Die Aussenfläche der Cuticulärbildungen ist entweder glatt oder durch mancherlei Sculpturen ausgezeichnet.

An dem Hautpanzer der Arthropoden sind am vorherrschendsten rautige Streifen und schuppenartige Figuren. In manchen, jedoch entschieden selteneren Fällen kann diese, einem Epithel ähnliche Täfelung darauf zurückgeführt werden, dass die darunter liegenden zelligen Elemente der Matrix, während sie die Cuticula nach aussen absetzen, auch noch ihre Umrisse in der letzteren widerspiegeln. Meist indessen haben die felderartigen Zeichnungen des Hautpanzers mit Zellen nichts zu schaffen, auch erleiden die felderartigen Linien gar manche Abänderungen, die sich nicht mehr ins Zellenschema schicken ²⁾.

Betrachtet man die Plastik der Hautoberfläche der Thierwelt von einem allgemeineren Standpunkt, so finden wir, dass die Natur an diesem Orte eine gefelderte, oft an ein colossales Epithel erinnernde Sculptur häufig anzubringen liebt. Viele Hautstellen von Säugern, Vögeln, Reptilien und Fischen, sowie zahlreiche Wirbellose zeigen eine Täfelung der Hautoberfläche, die mit elementaren Zellen nichts als die Umrisse gemein hat. (S. ob. S. 20.)

Chitinisirung, Verkalkung. Die Cuticulärbildungen erfahren häufig eine eigenthümliche Härtung, oder wie man kurzweg sich ausdrückt, die Substanz chitinisirt ³⁾. Hat der Härtungsprozess einen gewissen höheren Grad erreicht, dann legt die Cuticula eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge an den Tag, in jüngeren Zuständen jedoch, wozu ich längst Belege geliefert ⁴⁾, bleiben Cuticularsubstanzen selbst in kalter Kalilauge nicht unversehrt.

In anderer Weise steigert sich die Härtung dadurch, dass kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk in die Cuticula sich absetzt. Der Chitinpanzer vieler Krustenthierc liefert hierzu

¹⁾ Vergl. m. Beobachtungen hierüber im Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 328. — ²⁾ Vergl. m. Histol. S. 112. — ³⁾ Von *χρυσ* Panzer, weil man zuerst an den Hautbedeckungen der Käfer u. Krebse auf diese Härtungsproducte aufmerksam wurde. — ⁴⁾ Rotatorien, Zisch. f. wiss. Zoologie 1854, z. B. S. 66.

ein Beispiel. Die Kalkablagerung erfolgt in die homogene Grundsubstanz, während die Kanäle davon frei bleiben. Der Entdecker der Porenkanäle beim Flusskrebs, Valentin, war freilich der Ansicht, die feinen Porenkanäle erschienen deshalb als dunkle Striche, weil der kohlen saure Kalk in den Röhrchen enthalten sei. Ein Anderer hatte anbei schon bemerkt, dass es ihm nicht geglückt wäre, eine Ablagerung von kohlen saurem Kalk in den Hautkanälen zu beobachten. Ich habe mich bei der ersten Untersuchung überzeugt, dass die Kanäle nicht den Kalk enthalten, sondern dieser lediglich mit der Grundsubstanz verbunden sei. Die schwarze Farbe der Kanäle rühre von ihrer Enge (Beschattung) her ¹⁾.

Historisches. Ich nehme mir die Freiheit, an dieser Stelle Einiges aus meinen eigenen Arbeiten auszuheben, um an den Antheil, den ich in der behandelten Frage beanspruchen kann, zu erinnern.

In meinem Aufsatze über *Piscicola* ²⁾, welcher in einer Zeit erschien (1849), in der die andern Beobachter den Bau und das Herkommen der Cuticularbildungen entweder ganz unberücksichtigt gelassen, oder wenn sie darauf eingegangen waren, völlig irrig aufgefasst hatten, beschrieb ich das structurlose Oberhäutchen verschiedener Anneliden und die darunter gelegene Zellschicht. Dann heisst es: «Was die Entwicklung dieses Häutchens betrifft, so halte ich es für ein einfaches Ausscheidungsproduct der darunter gelegenen Zellschicht. Man trifft nämlich ganz junge Clepsinen (noch am Leibe der Mutter hängend), die eben im Begriff sind, sich zu häuten. Hat sich nun wirklich das Oberhäutchen continuirlich abgeschält, so bildet bloss die Zellschicht die Begrenzung des Thieres; das homogene Oberhäutchen, welches bald nach dieser Häutung wieder auftritt, muss demnach wohl von der Zellschicht abgesondert worden sein. Denn es etwa aus verschmolzenen Zellen entstehen zu lassen, dazu ist kein sichtbarer Grund vorhanden.»

Bald darauf komme ich in meiner Abhandlung über *Paludina* ³⁾ auf die Intima des Nahrungsrohrs zu sprechen. Dieselbe erscheine als «glas helle dicke Schicht» und entstehe dadurch, dass «das verdickte, das Licht stärker brechende Ende der Cylinderzellen durch Aneinanderlagerung der verdickten Stellen das Bild einer homogenen Membran» geben. Ich führe dort weiter aus, wie die einer wirklichen Haut so ähnliche Schicht bei längerem Verweilen des Präparates in Wasser und bei langsamer Einwirkung von Essigsäure nach und nach schwindet, indem die Cylinderzellen an ihrem freien Ende sich aufblähen und auseinanderweichen; die Flimmerhärchen, welche vorhin auf der structurlosen Membran aufsaßen, gehören jetzt dem aufgeblähten Ende der Cylinderzellen zu.

In demselben Jahre (1850) machte ich meine Untersuchungen über den *Argulus* ⁴⁾ bekannt und hinsichtlich der Cuticula der äusseren Hautbedeckung fasse ich, ohne mich nochmals auf eine umständliche Auseinandersetzung einzulassen, das Ergebniss meiner Beobachtungen dahin zusammen: «un zweifelhaft bilden diese Zellen (unterhalb der Chitinlage) die Matrix für die homogene Cuticula und letztere ist eben das Absonderungsproduct der Zellen.»

In meiner Arbeit: Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebs-

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855. S. 378. Ueber die Kalkablagerung bei Daphniden u. Ostracoden s. m. Naturgesch. d. Daphniden S. 15, S. 142, 157 etc.; über Kalkablagerung in der Haut der Insecten, m. Aufsatz im Arch. f. Naturgeschichte 1860, S. 157. — 2) Ztschrift f. wiss. Zool. Bd. I. 1849. — 3) Ebendasselbst, Bd. II, 1850. S. 162, 163, 164. — 4) Ueber *Argulus foliaceus*. Ein Beitrag zur Anatomie, Histologie u. Entwicklungsgeschichte dieses Thieres. Ztsch. f. wiss. Zoologie, 1850.

lehre¹⁾, äussere ich mich wieder näher über den Modus solcher Abscheidungen: «Man nimmt (am *Sipho* von *Lithodomus*) wahr, dass im frischen Zustande eine dicke helle Cuticula mit klaren Wimpern die Grenze des genannten Organes bildet. Nach anderwärts gemachten Erfahrungen liess sich vermuthen, dass die Cuticula nur scheinbar eine selbstständige Haut sei und dass sie nach Zusatz von Reagentien sich zusammengesetzt zeigen werde aus dem freien homogenen verdickten Ende der einzelnen Flimmerzellen. Bei Zusatz von Kalilauge aber hob sie sich als wirkliche glashelle Membran, die Flimmerhärchen tragend, in grosser Ausdehnung ab. Mir scheint die Sache so erklärt werden zu müssen, dass man annimmt: die verdickte helle Schicht, welche bei Wirbelthieren und Wirbellosen häufig die Cylinder- und Flimmerzellen auszeichnet und durch die regelmässige Aneinanderlagerung der Zellen nicht selten eine homogene Haut, eine Cuticula, oder im Innern des Körpers eine *Tunica intima* nachahmt, kann wirklich an den einzelnen Zellen miteinander verwachsen, so dass nach Einwirkung von Reagentien ein selbstständiges hautartiges Gebilde isolirt werden kann.»

Hiermit ist bereits dargethan, dass ich schon zu einer Zeit, als noch Niemand sonst eine Erklärung über die Entstehung der Cuticulae gegeben hatte, dies that und zwar ganz in dem Sinne, als es später und jetzt von den verschiedensten Seiten her geschieht. Nicht Häckel oder Kölliker sondern ich habe zuerst gezeigt, dass die Cuticula der Würmer, Weichthiere und Krebse eine Ausscheidung darunter gelegener Zellen sei²⁾.

In meinen vorher erwähnten Arbeiten war die unter der Cuticula gelegene Schicht immer eine deutliche Zellenlage, ein Epithel gewesen³⁾. Als ich die Rotatorien studirte, ergab sich, dass die unter der Cuticula der äusseren Haut gelegene Matrix nicht aus eigentlichen Zellen bestand, sondern aus einer weichen homogen-körnigen Grundmasse mit eingestreuten Nuclei. «Man darf wohl annehmen, — bemerkte ich hiezu⁴⁾, — dass (die Matrix) aus der miteinander verschmolzenen Masse der Furchungskugeln hervorging, ehe dieselben zu Zellen wurden; die Kerne der Furchungskugeln blieben zurück und da die homogene Masse mit dem allgemeinen Wachsen des Thieres an Ausdehnung zunimmt, die Kerne sich aber nicht vermehrten, so kommen sie in späterer Zeit ziemlich weit auseinander zu liegen.»

Diese Beobachtung in Verbindung mit der andern von mir gefundenen Thatsache, dass die gekennzeichnete Matrix nach innen in den Leiberraum Fortsätze abgiebt, durch welche die Eingeweide zum Theil an die Haut befestigt, zum Theil untereinander verbunden werden, musste aufmerksam machen, dass die Bezeichnung «Epithel» nicht als allgemein gültig für die Matrix der Cuticula der äusseren Haut anzusehen sei.

Diese Auffassung gewann für mich an Boden, als ich das Jahr darauf die Haut verschiedener Krebse, Spinnen und Insecten näher prüfte⁵⁾. Auch hier ergab sich, einmal dass die Matrix des Hautpanzers da und dort nicht aus einem eigentlichen Epithel, d. h. aus wohl begrenzten Zellen bestehe, sondern aus nackten und zum Theil verschmolzenen Zellen, was ich immer so ausdrückte: «die Matrix der Cuticula sei eine weiche körnige Lage mit Kernen; die Körnchen können um die Kerne so gelagert sein, dass die Haut wie aus Zellen zusammengesetzt sich ausnehme», aber ich vermied mit Absicht, zu sagen, es seien Zellen. Warum? Es fehlte eben eine ab-

1) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1854. S. 302. — 2) Kölliker hat in seiner Abhandlung: Untera. u. vergleichenden Gewebelehre, Würzb. Verhandlungen Bd. VIII, meine Angaben ignorirt, so dass es für Manche den Anschein hat gewinnen können, als gehöre die Priorität ihm zu. — 3) Auch bei *Artemia* u. *Branchipus*. Ztschrft f. wiss. Zool. 1851. S. 303. — 4) Räderthiere, Ztschrft f. wiss. Zool. 1854. S. 104. — 5) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, z. B. S. 384, 389.

grenzende Haut, die man dazumal für einen durchaus nothwendigen Bestandtheil der Zellen ansah; es mochte vielleicht Andern geschraubt vorkommen, wenn ich von «Bezirken der Molecularmasse um die Kerne» und nicht von «Zellen» sprach, aber die von mir gewählte Bezeichnung hält sich genau an das Thatsächliche. (S. bereits ob. S. 21.)

Und warum umging ich zweitens den Ausdruck «Epithel»? Unter diesem Namen verstand man und versteht man jetzt noch hautartige Zellenlagen, die freie Körperflächen decken und wenn man selbst von den Zellmembranen und der Isolirbarkeit einzelner Zellen absieht, doch für sich bestehen, nicht aber mit unbezweifelbarer Bindesubstanz continuirlich zusammenhängen dürfen.

Nun hatte ich aber bereits bei den Rotatorien hervorgehoben, dass dort bestimmt zu beobachten sei, wie von der Matrix der Cuticula weg unter dem Bilde verzweigter Zellen ein Netzwerk homogener Substanz mit Kernen sich zwischen Haut und Eingeweide ausspanne ¹⁾. Es ist dies das Homologon eines Fettkörpers. Und bei Krebsen, Spinnen und Insecten ist es nicht anders. Auch bei ihnen hängt die Matrix der Cuticula, wie ich in meiner Histologie ²⁾ ausdrücklich bemerkte, «mit dem weichen interstitiellen Bindegewebe des Körpers zusammen.» Noch näher habe ich meine Beobachtung über diesen Punkt bei den Daphniden vorgelegt und das Ergebniss war: «Die Matrix des Hautpanzers, der Fettkörper, die äussere Haut (sog. Peritonealhülle) der Tracheen stehen in innigem Continuitätsverhältniss und sind ursprünglich ein und dasselbe.»

Wie verträgt sich das Alles mit dem, was man hergebrachter Weise ein «Epithel» nennt?

Fasse ich das bis jetzt Vorgebrachte kurz zusammen, so war ich durch meine Untersuchungen bis zum Jahr 1855 zu den zwei Sätzen gelangt: 1) Die Cuticularbildungen sind als Abscheidungen einer Matrix zu betrachten, welche entweder aus distincten Zellen besteht, oder aus verschmolzenen Zellen. 2) Die Matrix hängt mit echtem Bindegewebe des Körpers continuirlich zusammen.

Es musste jetzt für mich die Frage entstehen, in welche grössere Gruppe von Geweben sind die Cuticularbildungen einzureihen. Die älteren Beobachter rechneten sie zum Epithelial- oder Horngewebe. Man ging hiebei davon aus, dass bei höheren Thieren die äusserste Hautlage oder Epidermis eine Zusammensetzung aus Zellen zeigt. Nun sind an der Oberfläche der Schale vieler Gliederfüssler ebenfalls zellige oder gefelderte Zeichnungen leicht zu erblicken und meine Vorgänger nahmen keinen Anstand, dem Hautpanzer oder der äusseren festen Hautlage der Arthropoden einen zelligen Bau zuzuschreiben, somit dieselben der Epidermis der Wirbelthiere zu vergleichen. Dem entgegen habe ich zuerst ³⁾ gezeigt, dass der Hautpanzer der Arthropoden keineswegs aus Zellen zusammengesetzt sei, sondern aus homogenen, geschichteten Massen bestehe, welche von feinern und stärkern Porenkanälen durchsetzt seien.

Zwei Dinge, die untereinander im Bau so verschieden sind, wie das Horngewebe und der Schalenpanzer, können nicht zusammengereimt werden. Ich brachte die Chitinhüllen unter die Gewebe der Bindesubstanz und, wie ich glaube, mit gutem Grund.

Erstens berief ich mich auf die Aehnlichkeit, welche bindegewebige Häute und dickere Chintinlagen (von Insecten) auf dem senkrechten Schnitte zeigen, namentlich wenn letztere zuvor mit Kalilauge behandelt werden. Hier wie dort hat man regelmässig geschichtete homogene Massen, die

1) Dass sich auch die Muskeln des Körpers an dieser Lage festheften, habe ich (sieh. Räderthiere, z. B. S. 95, fg. 17 c) ebenfalls erwähnt und gezeichnet. — 2) S. 111 (Hautpanzer). — 3) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, z. B. S. 377, 388, 395; Histologie, S. 112.

durchsetzt sind von Hohlräumen und die Lücken der in Kalilauge macerirten Chitinhaut zeigen mitunter in der Art ihrer Begrenzung eine lebhaft Uebereinstimmung mit den sog. Bindegewebskörpern der Wirbelthiere. Durch ihre zarten verästelten Ausläufer wird die homogene Grundsubstanz ebenso in cylindrische Massen abgesetzt, wie im Bindegewebe der Wirbelthiere die sog. Bindegewebsbündel entstehen ¹⁾.

Zweitens — und dieser Punkt hat mir von Anfang an für sehr bedeutungsvoll gegolten — die Substanz des Hautpanzers und die mannichfachen inneren Skelettheile, welche mitunter so entwickelt bei verschiedenen Arthropoden sich finden, stehen in unbezweifelbarer Continuität! Zu welcher seltsamen Auffassung, um nur Eines zu erwähnen, würde es führen, z. B. das innere Skelet im Schädel eines *Dyticus marginalis*, sammt Sklerotika, die ebenfalls ein Theil dieses inneren Gerüstes ist, zur Epithelialformation zu stellen.

Häckel ²⁾ macht freilich die Einrede, dass dieser continuirliche Uebergang «wahrscheinlich nicht existirt.» Allein alle meine Beobachtungen überzeugen mich von der Wirklichkeit dieses continuirlichen Zusammenhanges. Die innern Skelettheile der Arthropoden und der Hautpanzer gehören histologisch zusammen. Und wie unter der Hautschale eine weiche, zellig-bindegewebige Matrix ruht, so umgibt die innern Skelettheile eine äussere weiche zellige Umhüllung, die in eben der Continuität zu der Matrix steht, wie der innere Skeletfortsatz zu dem Hautpanzer ³⁾.

Somit bleibe ich bei der Ansicht, dass ein Gewebe, welches schon nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch das Skelet der Gliederfüssler bildet, zur Bindesubstanz zu stellen sei.

Von Beobachtern, welche sich unterdessen mit der hier verhandelten Frage einlässlicher beschäftigt haben, ist Gegenbaur ⁴⁾ zu nennen, aus dessen Arbeit hervorgeht, dass bereits einige der von mir betonten Sätze Zustimmung erhalten. Er findet den Vergleich der Cuticularbildungen mit Bindesubstanz von gewisser Seite her für zulässig, doch will er kein völliges Aequivalent des Bindegewebes in der Integumentbildung erkennen, namentlich nicht die Porenkanäle als das Homologe der Bindegewebskörperchen ansehen.

Innre Cuticularbildungen. Im Vorausgegangenen war es vorzugsweise die Cuticula der äussern Haut, der wir unsere Aufmerksamkeit zugewendet haben. Eine andere weit verbreitete Form ist die Intima der Tracheen ⁵⁾.

Dieselbe hat hier an dieser Stelle eine besondere Bedeutung deshalb für uns, weil sie wieder als Abscheidung von „Zellen“ auftritt, die Niemand ein „Epithel“ heissen wird. Diese Haut, Peritonealhülle der frühern Autoren, gehört zum Bindegewebe, steht einerseits mit der Matrix des Hautpanzers, andererseits mit dem Fettkörper in unzweifelhafter Continuität und ist eben ein Theil von ihm; und wie an diesem die Zellen häufig miteinander verschmolzen sind, so auch hier. An manchen Orten gewinnen zwar die Zellen das Aussehen des zellig-blasigen Bindegewebes, sowie ein andermal,

¹⁾ Oben S. 36 wurden bereits die Kanäle der Chitinhaut u. des Bindegewebes wegen ihrer Genese zusammengestellt. — ²⁾ Häckel, Gewebe des Flusskrebsses, Archiv f. Anat. u. Phys. 1857. — ³⁾ Vgl. m. Naturgesch. d. Daphniden. S. 18, S. 25. — ⁴⁾ Gegenbaur, Anat. Unters. eines *Limulus* mit besonderer Berücksichtigung der Gewebe, (Abhandlungen d. naturf. Gesellschaft. in Halle 1858.) Vergl. auch Baur, Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, der wenigstens das „Epithelium“ bestreitet. — ⁵⁾ Vergl. m. Beobachtungen über den Bau der Tracheen im Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 458 ff.; Histologie S. 386.

namentlich wenn Pigment zugegen ist, das Bild sehr epithelähnlich werden kann, gerade wie an der Matrix des Hautpanzers; allermeist aber erhalten sich nur die Zellenkerne innerhalb einer körnigen Masse. Noch weniger wird man sich versucht fühlen, solche verästelte, weit auseinander liegende Zellen, wie sie z. B. bei *Corethra*¹⁾ vorkommen, oder Netzwerke von Zellen, in deren Innerm die Intima sich abscheidet, Epithelzellen zu nennen.

Die Intima der Tracheen stellt somit ein Beispiel einer Cuticularbildung dar, bei welcher die zelligen Elemente, welche sie absetzen, continuirlich in unbestrittenes Bindegewebe übergehen.

Eine dritte Gruppe von Cuticularabscheidungen findet sich auf der Innenfläche des Nahrungsrohres²⁾ zahlreicher Wirbellosen und der Drüsen³⁾ vieler Arthropoden; dasselbe steht an den Körperöffnungen in continuirlichem Zusammenhang mit dem Hautskelet und stellt wieder alle Grade von einer weichen, kaum selbstständigen Cuticula bis zu dicken Häuten, stark chitinisirten und selbst verkalkten Zähnen, „Magenskeleten“ und dergl. dar.

Die Zellschicht, welche hier die Cuticula erzeugt, ist in den meisten Fällen als ein typisches Epithel anzusehen, und es sträuben sich daher alle Histologen, das von diesen Zellen gelieferte Product zur Bindesubstanz zu zählen. Ich fühle wohl, wie es unsrer herkömmlichen Auffassung schnurstraks entgegen läuft, die Innenfläche des Nahrungsschlauches von „Bindesubstanz“ begrenzt sein zu lassen. Allein ich gebe Folgendes zu erwägen:

Zwischen der homogenen Membran, welche als einfache Linie den Balken eines Fettkörpers begrenzt (S. 31, S. 34), und dem Hautpanzer sowie den harten innern Skeletstücken ist, was die Entstehung dieser Bildungen betrifft, kein Unterschied vorhanden. Fasst man die Matrix dieser Theile als Epithelialformationen auf, so muss man allerdings, wie es von Andern geschieht, sagen, die innern Skelettheile entstehen in Duplicaturen des Hautepithels, aber dann müsste man folgerichtig auch sagen, der Fettkörper und alles interstitielle Gewebe des Leibesraumes, so auch die Peritonealhülle der Tracheen da alle diese Partien ein einziges, untheilbares Ganzes bilden, sind „Epithel“. Wer wird sich aber zu einer so curiösen Ansicht bekennen wollen?

Da ich nun aber anderseits zuzugestehen habe, dass die Zellen, welche die Cuticula des Nahrungsrohres und der Drüsen entstehen lassen, häufig das sind was man gegenwärtig ein Epithel nennt, so wird man, um sich verständigen zu können, ein Drittes aufstellen müssen, und das ist, den Begriff des „Epithels“ wie man ihn nach und nach ausgebildet hat fallen zu lassen, jedenfalls jetzt gleich der Thatsache Rechnung zu tragen, dass bei den Arthro-

1) Histologie S. 387, fg. 200, fg. 201. — 2) a. a. O. S. 41, S. 332. — 3) S. m. Abhandlg: zur Anatomie der Insecten im Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, z. B. S. 73.

poden das Epithel der äussern Haut und die Bindesubstanz des Leibesraumes im Grunde eins und dasselbe sind und nur local den einen oder andern Charakter, diesen oder jenen Zug ihres Verhaltens, mehr entwickeln. (Vgl. auch S. 31.)

Bei den Wirbelthieren, wo ja der Begriff des Epithels zuerst aufgekomen ist, herrscht allerdings zwischen ihm und der Bindesubstanz ein schärfer hervortretender Gegensatz, obschon es auch hier in neuerer Zeit nicht an Angaben fehlt, dass ein Epithelialgewebe zu Bindesubstanz werden kann. Ich erinnere z. B. an das, was über das Gallertgewebe des Schmelzorgans durch Huxley bekannt geworden ist.

Dann möchte ich noch auf einen andern Umstand aufmerksam machen, welcher zeigt, wie immer weniger allgemein der herkömmliche Begriff des „Epithels“ anwendbar wird.

Das Drüsenepithel bei Arthropoden ist häufig nichts anderes als eine Ansammlung lauter dicht zusammengereihten, echt einzelligen Drüsen, wovon jede ihren besonderen chitinisirten Ausführungsgang hat. Wem dies etwas unglaublich dünkt erlaube ich mir auf meine hierauf bezüglichen ins Einzelne gehenden Darstellungen ¹⁾ zu verweisen.

Die Epidermiszellen der Hydren mit den Angelorganen kann man gleichfalls für einzellige Drüsen ansehen ²⁾, nicht minder die Hautzellen der Turbellarien, insofern sie die Stäbchen erzeugen.

Bei manchen im Wasser lebenden Wirbelthieren liegen, wie ich ³⁾ zuerst gefunden, zwischen den gewöhnlichen Zellen des Epithels und der Epidermis Bildungen, welche ich „Schleimzellen“ genannt und schon früher den einzelligen Drüsen gewisser Anneliden etc. verglichen habe.

In den grossen Hautdrüsen von *Coecilia* nehmen nach meiner Beobachtung ⁴⁾ die Epithelzellen einen solchen Umfang an, dass sie nur den Schleimzellen sehr glatter Fische (z. B. der Schleie) verglichen werden können.

Diese Beispiele, dass Epithelzellen einzeln oder alle den Charakter einzelliger Drüsen annehmen, liessen sich noch vermehren; aber schon das Vorgebrachte scheint mir zur Genüge zu bekräftigen, dass jede Epithelzelle als einzellige Drüse oder als Drüsenkörperchen schlechthin aufgefasst werden kann. Eine ähnlich ausgesprochene secretorische Thätigkeit zeigen aber auch, wie oben (S. 31) erörtert, hinwieder die Zellen des zellig-blasigen Bindegewebes und des Fettkörpers, so dass die innere Verwandtschaft der beiden Zellenreihen auch von dieser Seite zu Tage tritt.

¹⁾ a. a. O. Taf. II, Taf. III. (Analdrüsen, Giftdrüsen etc. von Insecten.) — ²⁾ a. a. O. S. 74. — ³⁾ Haut d. Süsswasserfische, Ztschrift f. wiss. Zoologie, 1850. S. 2; Rochen u. Haie 1852. S. 52; Unters. üb. Fische u. Reptilien, 1853. S. 34, S. 107; üb. *Polypterus bichir*, Ztschrift f. wiss. Zool. 1854. S. 43. Vergl. auch Histologie § 39. — ⁴⁾ Histol. S. 86, fg. 46.

Man beachte ferner, dass zwischen eigentlichen Drüsensecreten die nach ihrer Abscheidung aus dem schleimig-flüssigen Zustand zu festen chitinisirten Gebilden werden und den vom gewöhnlichen Epithel gelieferten und fest erstarrten Massen ein wirklicher Unterschied nicht nachzuweisen ist. Die Cocons der Hirudineen z. B. sind Secrete der einzelligen, mit langem Ausführungsgang versehenen Speicheldrüsen, der Kitt hingegen mit welchem Insecten die gelegten Eier unter einander verbinden und da und dort befestigen, ist Secret gewöhnlicher Epithelialzellen; ähnlich verhält es sich mit dem Stoffe, welcher zur Kapsel der Spermatophoren bei Krebsen, Insecten, Cephalopoden etc. wird. In gleiche Kategorie gehören die mancherlei Eihüllen und Eischalen bei Wirbelthieren und Wirbellosen, welche von den Epithelien des Eileiters oder besonderer drüsiger Verdickungen derselben geliefert werden.

Solche chitinisirte Drüsensecrete können mit gewöhnlichen Cuticularbildungen nicht bloss darin übereinstimmen, dass sie horizontal streifig oder geschichtet sind, sondern sie besitzen Porenkanäle und ihre freie Fläche kann ähnliche Sculpturen zeigen, wie ein Hautpanzer, z. B. in zellige Felder getheilt sein.

Hornlage im Magen der Vögel. Wie sehr gerechtfertigt es sei, die Entstehung der festen Extracellularsubstanzen mit einer gewöhnlichen drüsigen Abscheidung auf eine Linie zu stellen, geht auch aus meiner Wahrnehmung ¹⁾ hervor, dass die sog. Hornlage im Muskelmagen der Vögel das in Lagen erhärtete Secret der darunter befindlichen Drüsen ist. Bei manchen Vögeln, dem Reiher z. B., bleibt das Secret eine helle, gallertige Substanz, zum Theil in Folge der Schichtung von leichtstreifigem Aussehen, meist aber erhärtet dasselbe zu einer deutlich geschichteten derben Kruste, welche man früher allgemein als „hornartiges Epithel“ ansah.

Eine andere ähnliche Ausscheidung von Epithelzellen bei Wirbelthieren ist z. B. die glashelle feste Gallertmasse, welche die sog. Schleimkanäle der Fische entweder völlig erfüllt, oder nur mützenartig ²⁾ die dort befindlichen Nervenknöpfe bedeckt.

Sarcolemm, Neurilemm. Zu den Cuticularbildungen bringe ich endlich auch das Sarcolemm der Muskelzellen (cylinder) und der sog. Muskelprimitivbündel. Bei erstern ist das Sarcolemm Abscheidungsproduct einer einzelnen Zelle, die ringsum eine festere Hülle sich bildet; bei den Primitivbündeln ist das Sarcolemm das Abscheidungsproduct jener Zellen, welche an die Peripherie des Bündels zu liegen kommen und einseitig eine festere Grenzschicht entstehen lassen ³⁾.

1) Kleinere Mittheilungen s. thierischen Geweblehre, Archiv f. Anat. u. Phys. 1854. S. 331 (Gans), S. 333 (Taube). Histologie S. 41 (fg. 23), S. 309 (Reiher, fg. 165). — 2) Mein Aufsatz üb. d. Nervenknöpfe von *Lepidosteus* etc., Arch. f. Anat. u. Phys. 1851. S. 237. — 3) Siehe unten Muskelgewebe (Sarcolemm).

Nicht minder ist, soweit bis jetzt meine Erfahrung geht, das innere¹⁾ Neurilemm der Anneliden und Arthropoden zu den Cuticularbildungen zu stellen. Wenn dagegen zu sprechen scheint, dass z. B. bei *Hirudo* in diesem Neurilemm Längspaltchen mit Fett und einem Kern vorkommen, also zellenartige Bildungen, so möchte ich erinnern, einerseits dass in zweifellosen Cuticularbildungen ganz ähnliches sich darbietet, so z. B. in der dicken Cuticula von *Echinococcus*blasen²⁾ und dass es andererseits vielleicht sogar Regel ist, dass einzelne Partien der Matrix, oder einzelne Zellenterritorien mit in die Abscheidung aufgenommen werden. So habe ich mich überzeugt, dass im Kiefer von *Helix*, einer dickern Cuticularbildung, nach längerer Behandlung mit Kali, sich vereinzelte Zellen, namentlich gegen die Wurzel zu, erblicken lassen, sowie ich auch schon längst angab, dass sich in der Cuticula (Hornlage) des Muskelmagens der Vögel einzelne Zellen zwischen den Schichten eingeschlossen finden³⁾.

Meinen im Bisherigen vorgetragenen Ansichten wäre es entsprechender, jetzt gleich vollends «das Epithel» abzuhandeln, doch will ich, um auf die Intercellularsubstanzen zurückzukommen, die übrigen Arten des Bindegewebes eintreten lassen.

3. Gallertiges Bindegewebe.

Dasselbe besteht einerseits aus einem Fachwerk, welches durch strahliges Auswachsen und Anastomosiren von Zellen entstanden ist und zweitens aus einem sulzigen Stoff, der beim Kochen nicht Leim giebt, sondern Eiweiss und einen dem Schleimstoff ähnlichen Körper enthält.

Das zellig-blasige Bindegewebe kann unter Umständen (S. 31) mit „gallertigem“ Bindegewebe verwechselt werden, jedenfalls kommt dasselbe bei Wirbellosen nicht so verbreitet vor, als es früher schien. Einstweilen können aus dem Bereich der Wirbellosen nur die Heteropoden, Tunicaten und Quallen als die Gruppen bezeichnet werden, bei denen von Gegenbaur⁴⁾ und Schultze⁵⁾ besagtes Gewebe beobachtet wurde.

Häufiger tritt es bei Wirbelthieren auf, namentlich in den Embryonen als subcutanes Gewebe; im fertigen Körper bildet es den Glaskörper, ferner bei Vögeln die weiche Substanz, welche den *Sinus rhomboidalis* des Rückenmarkes ausfüllt⁶⁾. In bedeutender Anhäufung treffen wir das Gewebe bei vielen Fischen⁷⁾ unter der äusseren Haut, ferner in den wirklichen und pseudo-

1) S. unten Nervensyst. d. Anneliden, Arthropoden. — 2) Vergl. Arch. f. Anat. u. Phys. 1862, Taf. XV. auf der Abbildung bei Naunyn. — 3) Hist. S. 41. — 4) Gegenbaur, Unters. üb. Pteropoden u. Heteropoden, 1855. — 5) Schultze, Arch. f. Anat. u. Phys. 1856. Über Gastropoden u. Cephalopoden vergl. meine Histologie S. 25 (Anmerk.) u. dieses Werk, oben S. 29. — 6) Vergl. meine Beobachtgen, Arch. f. Anat. u. Phys. 1864, S. 334 (*Passer domesticus*). — 7) Sieh. m. Aufs. Ztsch. f. wiss. Zool. 1850, S. 5.

elektrischen Organen, sowie in der Umgebung der sog. Schleimkanäle. Beim männlichen *Triton* verdickt sich während der Begattungszeit der Schwanz, auch entwickelt sich ein flossenförmiger Rückenamm. Ich habe am *T. cristatus* gesehen, dass beides durch gallertiges Bindegewebe zu Wege kommt, welches nach der Begattungszeit sich wieder zurückbildet.

Man kann die Ansicht gelten lassen, dass das gallertige Bindegewebe keine besondere Species der Bindesubstanz ausmache, sondern nur eine embryonale Form desselben sei; nur bleibt dann immer hervorzuheben, dass es in zahlreichen Fällen sich in dieser Gestalt durchs ganze Leben erhält. Wenn ich oben sagte, dieses Gewebe bestehe aus einem Fachwerk von Sternzellen und einer sulzigen Masse in den Zwischenräumen, so ist dies die einfachste oder jüngste Form desselben. In meinen früheren monographischen Arbeiten habe ich es immer ein «gallertig-fasriges Bindegewebe» genannt, welche Bezeichnung den Thatsachen gut entspricht. Denn, wovon ich mich gerade beim *Triton* abermals überzeugte, ausser den Zellen ist ein fasrig-streifiges Balkenwerk vorhanden, das durch Umwandlung eines Theiles der Gallerte entstanden ist ¹⁾ und gewöhnlichem «fibrillärem Bindegewebe» entspricht. Ebenso lassen sich durch Aufhellung mit Kalilauge elastische Fasern zu Gesicht bekommen, deren Entstehung gleichfalls auf eine Differenzirung der Intercellularsubstanz zurückgeführt werden darf. Die elastischen Fasern können selbst sehr zahlreich und in ihren Stämmen sehr breit sein ²⁾.

4. Gewöhnliches oder fibrilläres Bindegewebe.

Es hiess früher zumeist Zellgewebe und erscheint im Körper der Wirbelthiere bald in festerer Substanz, so z. B. in den Sehnen und Bändern, sowie als Grundlage von mancherlei Häuten, oder wir treffen dasselbe von mehr weicher, lockerer Art und dann fungirt es als interstitielles Bindegewebe.

Historisches. Ehe ich zur Darstellung des Baues dieses Gewebes mich wende, erlaube ich mir einige historische Bemerkungen voran zu stellen.

Zur Zeit, als die histologischen Handbücher das Bindegewebe entweder nach älterer Weise aus Fasern oder nach der Aufklärung durch Reichert ³⁾ aus einer homogenen aber vielfach gefalteten und gerunzelten Substanz bestehen liessen, ohne dass irgendwo von zelligen Elementen und deren Zwischenmasse die Rede gewesen wäre, unterschied ich bereits am Bindegewebe eines Weichthieres ⁴⁾ in bestimmter Weise Zellen und Intercellularsubstanz. «Die Bindesubstanz», erklärte ich schon dazumal, «ist ihrer Hauptmasse nach gebildet aus hellen, grossen Zellen mit relativ kleinem, wandständigem Kern. Zwischen diesen Zellen kann sich eine homogene Substanz in verschieden grosser Ausdehnung bilden, wahrscheinlich als einfaches Abscheidungsproduct dieser Zellen.» Auch habe ich zuerst an gleichem Ort den Ausdruck «Bindesubstanzzelle» eingeführt, noch einige Jahre zuvor, ehe das Wort «Bindegewebskörperchen» ausgesprochen war.

1) Vergl. über die Wharton'sche Sulze des Nabelstranges: Weismann, Ztschrft f. rationelle Medicin, dritte R. Bd. XI. — 2) M. Beiträge z. mikrosk. Anat. der Rochen u. Haie S. 52. — 3) Reichert, Vergleichende Beobachtgen üb. das Bindegewebe u. die verwandten Gebilde, 1845. — 4) Steh. m. Arbeit üb. *Paludina vivipara*, Ztschrft f. wiss. Zool. 1849. Bd. II. z. B. S. 190.

Ebenso habe ich noch vor Virchow ¹⁾ von diesen Gebilden bei Wirbeltieren Kenntniss gehabt. In meinem Aufsätze über die Haut der Süßwasserfische wird derselben als «Lücken» im Bindegewebe gedacht ²⁾. Auch noch später machen die «Bindegewebkörper» in der Lederhaut der Amphibien und Fische auf mich den Eindruck von Lücken oder «länglichen, oft mit gezackten Rändern versehenen, oft fadig ausgezogenen Hohlräumen» ³⁾, und obschon ich später den Anschauungen Virchow's mich anschloss, so hatte ich mich schon dazumal durch die Beobachtung überzeugt, dass aus den «Bindegewebkörpern, indem sie sich erweitern, vielleicht auch mehrere zusammenschmelzen, die grösseren Lücken in der Binde substanz hervorgehen» ⁴⁾.

Henle in seiner Befehdung der Bindegewebkörperchen erklärte dieselben für eine «sehr gemischte Gesellschaft», in welcher sowohl verzweigte Spalten im Bindegewebe, als auch Zellen, in solchen Lücken eingeschlossen, unterlaufen.

Um den Widerspruch zu beseitigen, der allerdings darin liegt, dass die Bindegewebkörperchen einmal Lücken, Hohlräume oder Spältchen seien, ein andermal aber wirkliche verzweigte Zellen, stellte ich ⁵⁾ auf Grund der Entstehung der sog. Spiralfasern einen Gesichtspunkt auf, den ich jetzt noch für den richtigen halte. «Mir dünkt, dass um die Zellen des Bindegewebes die Intercellularsubstanz sich in ähnlicher Weise verdichtet, wie die gleiche Materie um die Knorpelzellen herum die Knorpelkapseln bildet.» Wenn dann im weiteren Verlaufe die ursprüngliche Zelle schwindet, so wird das Bindegewebkörperchen bloss von den verdichteten Contouren der Intercellularsubstanz umrissen und ist zum «Hohlraum», zur «Lücke» geworden. Es reiht sich somit die Bildung der Bindegewebkörper, wie jener der Knorpelkapseln in gewissem Sinne unter den Begriff der oben abgehandelten Cuticularbildung.

Zellen. Die zelligen Elemente des Bindegewebes bleiben entweder mehr rundlich, oder sie sind strahlig ausgewachsen, verzweigt und hängen untereinander zusammen.

Ihr Inhalt kann sehr variiren: die Zelle rundlich geblieben, füllt sich mit Fett, sie wird zur Fettzelle, wobei das Fett entweder mehr in Tropfenform zugegen ist oder in Gestalt festerer Ballen.

So fiel mir namentlich bei Fischen (Stör z. B.) und Vögeln (z. B. bei der Taube unter der Zunge) auf, dass die Fettzellen ein maulbeerförmiges Aussehen hatten, indem nur einzelne, dicht gedrängte Fettklumpchen in der Zelle lagen und zwar von so selbständiger Natur, dass selbst ein starker Druck nicht vermag, sie aus dieser Form zu verdrängen und etwa zum Zusammenfliessen zu bringen. Die Fettzellen beim Menschen und den Säugern zeigen nach dem Tode beim Erkalten häufig Fett- (Margarin-) Krystalle, sternförmig gruppiert oder auch wohl die Zelle grossentheils erfüllend. Nach einer Beobachtung von mir an *Coccus* ⁶⁾ scheint auch bei Wirbellosen Aehnliches vorzukommen.

Ein andermal führen die Zellen körniges Pigment und werden dann unter dem Namen „verzweigte oder sternförmige Pigment-

¹⁾ Virchow, Die Identität von Knochen-, Knorpel- u. Bindegewebkörperchen etc., Würzburger Verb. 1861. — ²⁾ Ztschrift f. wiss. Zool. 1850. „Durch die Einschnürungen von Seite der Spiralfasern entstehen Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln, welche von hellem, scharfconturirtem Aussehen sind und je nachdem man sie im Längen- oder Querschnitt sieht, eine veränderte Gestalt zeigen.“ — ³⁾ Anatomisch-histol. Untersuchungen üb. Fische u. Reptilien 1853. S. 34, S. 108. — ⁴⁾ a. a. O. S. 112 u. m. Histologie fg. 14, S. 31. — ⁵⁾ In m. Histol. S. 30. — ⁶⁾ Ztschrift f. wiss. Zool. 1853, Taf. I, fg. 2.

zellen“ aufgeführt. Das Protoplasma ¹⁾ dieser Zellen kann auch contractiler Natur sein und ich habe längst darauf hingewiesen, dass in den verästelten Pigmentfiguren (Chromatophoren) der Lederhaut der Amphibien, es die hyaline, die Pigmentkörnchen zusammenhaltende Substanz sei, welche die Contractionerscheinungen bewirke.

Intercellularsubstanz. Die Grund- oder Intercellularsubstanz erscheint als eine festere oder auch nachgiebige Materie, die leimhaltig ist. Sie weist sehr allgemein eine streifige Zeichnung auf, die früher gemeinhin auf eine Zusammensetzung aus Fäserchen bezogen wurde, woher auch die Benennung „fibrilläres Bindegewebe“ stammt. Man hat sich jetzt überzeugt, dass die Streifung der Ausdruck von Schichtenbildung ist, indem die Grundsubstanz aus zarten Lamellen sich zusammensetzt. Diese homogene geschichtete Grundsubstanz wird durch die Art und Weise, wie die Bindegewebskörper sie durchsetzen, zu cylindrischen, bänderartigen Strängen abgegrenzt, welche herkömmlich „Bindegewebsbündel“ heissen. (S. 41.)

Elastisches Gewebe. Die Intercellularmasse des Bindegewebes erfährt häufig eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung, eine Erscheinung, welche zum Verständniss des sog. elastischen Gewebes wichtig wird. Dies letztere ist nur in bezeichneter Art umgewandelte Grundsubstanz des Bindegewebes.

Der Vorgang der Verdichtung und Härtung kann entweder nur die Grenzschichten treffen, dadurch gewinnt z. B. das *Corium* der äussern Haut, der serösen und Schleimhäute einen hellen Grenzsaum oder Rinde und in den Drüseneinstülpungen wird die Schicht zu den *Membranae propriae*. Geht die Härtung in Streifen mitten durch das Ganze, so dass die Verdichtung der Grundsubstanz in netzförmigen Zügen erfolgt, so entstehen die eigentlich elastischen Fasern und Platten, wie ich schon seiner Zeit in Uebereinstimmung mit Henle und Reichert anzugeben hatte und was auch Andre unterdessen bestätigt haben.

Nicht minder liessen sich die Spiralfasern, obschon eigentlich Kunstproducte, schon früher auf die elastisch verdichteten Grenzsäume der sog. Bindegewebsbündel zurückführen. Dem ersten Eindruck nach sind es feine, elastische Fasern, welche die Bindegewebsbündel umspinnen. In Wirklichkeit existiren sie nicht als Fasern, sondern sind Theile der elastisch verdichteten Rindenschicht, welche nach Behandlung mit Essigsäure durch Aufquellen der Bündel stellenweise einreisst und jetzt reifähnliche oder spiralige Fasern vorstellt ²⁾.

„*Hornfäden.*“ Es können aber auch Bündel des Bindegewebes nach ihrer ganzen Dicke in der angedeuteten Weise metamorphosiren, so dass sie schon fürs freie Auge eine gewisse härtliche ja hornartige

1) Sieh. dieses Werk ob. S. 13. — 2) Vergl. m. Histologie S. 31.

Beschaffenheit gewinnen, eine Thatsache, die zuerst durch mich bekannt geworden ist.

Hierher gehören die Strahlen, welche die Haut der Flossen bei Selachiern und anderen Fischen ausgespannt erhalten und ihres Aussehens wegen in früheren Schriften „Hornfäden“ genannt wurden. Diese hellen steifen Fäden, die zwischen die Haut eingeschoben in dichter Reihe neben einander liegen, oft ein wie gegliedertes Aussehen haben (*Raja batis*) und spitz oder auch zerfasert auslaufen, sind von mir zuerst histologisch untersucht worden, wobei sich herausstellte, dass es keine eigentlichen Horn- (d. h. Epidermis-) Bildungen seien, sondern erhärtete Binde substanz ¹⁾.

Ein anderes hierher gehöriges Beispiel fand ich in der dicken Lederhaut der Pachydermen ²⁾. Dort gewahrt man, dass die Bindegewebsbündel nicht alle den gleichen Consistenzgrad haben, einzelne Balkenzüge vielmehr um vieles härter als die andern sind und schon durch ihre Farbe dies ankündigen. So schieden sich an einem Stück Gesichtshaut vom Nilpferd, an senkrechten Schnitten und fürs freie Auge, die mannfach durchflochtenen Bündel in solche von hornbrauner Farbe und der Festigkeit des Knorpels und in andere von gewöhnlicher Art, welche weissgrau geblieben waren.

Verwandschaft mit Chitingewebe. Ich habe bereits früher ³⁾ darauf aufmerksam gemacht, dass die Härtung des Bindegewebes zu elastischer Substanz, sowie die eben besprochene „Verhornung“ des Bindegewebes der Wirbelthiere mit dem Chitinisirungsprocess der Wirbellosen, insbesondere der Arthropoden, wodurch weiches Bindegewebe zu inneren Skelettheilen erhärtet, zu vergleichen ist und mir erschien schon dazumal die Verwandschaft zwischen beiden eine unverkennbare. Ich halte diese Annahme jetzt noch aufrecht und verweise ausser den genannten Beispielen abermals auf die kleinen Sehnen im Hautmuskelnnetz der Vögel. Dieselben lässt man gewöhnlich aus „elastischem Gewebe“ bestehen, sie stimmen aber im morphologischen und chemischen Verhalten vollständig mit den chitinisirten Sehnen der Arthropoden überein.

Verwandschaft mit Knorpel. Ferner, indem das Bindegewebe der Wirbelthiere erhärtet oder „hornig“ wird, kann es auch nach einer andern Seite hin verwandtschaftliche Beziehungen zeigen, es kann sich nämlich dem Knorpel annähern. Hierher rechne ich die bindegewebige Wand des Seitenkanals bei Rochen und Haien, welche, wie ich gezeigt, bei manchen Arten von knorpeliger Consistenz, in Weingeist ebenfalls eine gelbliche Farbe annimmt und so von der gewöhnlichen bindegewebigen, auch deshalb weiss bleibenden Umgebung in ähnlicher Weise absticht ⁴⁾. Eine weitere analoge

¹⁾ Histolog. S. 30, S. 162. — ²⁾ Üb. d. äuss. Bedeckgen d. Säugeth. Arch. f. Anat. u. Phys. 1869, S. 689, S. 743. — ³⁾ Histolog. S. 29. — ⁴⁾ Meine Beitr. z. Anat. u. Entwickl. d. Rochen u. Haie 1852, S. 40.

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

Bildung sind die derben, harten Haarbälge der Seehunde, wegen dieser Eigenschaften von Andern auch wohl „Hornkapseln“ genannt¹⁾.

Das Bindegewebe Träger der Blut- und Lymphgefäße. Die Gefässanfänge liegen immer im Bindegewebe, beide Bildungen gehören häufig zusammen wie Berg und Thal.

Schon vor längerer Zeit nahm ich die zelligen Elemente des Bindegewebes für die Entstehung der Gefässanfänge in Anspruch²⁾, auch spätere Untersuchungen bestätigten mir dies und ich hielt mich zu dem Satz berechtigt, „dass die verzweigten Zellen der Binde-substanz sich unmittelbar zu den Capillaren der Blut- und Lymphgefäße fortzubilden vermögen“³⁾.

In neuerer Zeit glauben einige Beobachter diese Auffassung verwerfen zu können, indem sie behaupten, die Anfänge der Lymphgefäße — um vorerst von diesen zu reden — seien im Wesentlichen nichts anderes, als präformirte vielfach untereinander communicirende Spalten und Lückenräume im Bindegewebe.

Darauf habe ich zu erwidern, dass es doch wohl nur auf Missverständnissen beruhen kann, wenn man meint, damit meine Ansicht beseitigt oder gar etwas Neues vorgebracht zu haben. Dies werde ich erst dann zugeben müssen, wenn die Gegner zu zeigen im Stande sind, dass die Dinge, welche ich zu den Bindegewebskörpern rechnete, verschieden seien von den vermeintlich neuen «Spalten und Lückenräumen.» Ich habe oben⁴⁾ erwähnt, dass ich die sog. Bindegewebskörper im festen Bindegewebe (Lederhaut der Fische) vor Virchow gesehen und als «Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln» gedeutet. Als später Brücke die Anfänge der Chylusgefäße in den Darmzotten geprüft hatte und entgegen der früheren Annahme von selbständigen Chyluscapillaren im Zottenparenchym «interstitielle Lücken» annahm, welche im Achsenkanal zusammenfliessen, so gab ich meine Meinung dahin ab⁵⁾, dass man theilweise mehr über Wörter, als über Sachen streite, denn mit dem, was ich Bindegewebskörperchen genannt habe, seien eben die Lücken gemeint, welche das Stroma der Zotten durchsetzen, und bemerkte ausdrücklich hierzu, es sollen durch die angewendete Bezeichnung lediglich die «interstitiellen Lücken» Brücke's unter einen genaueren histologischen Gesichtspunkt gebracht werden.

Ferner ermittelte ich, dass im menschlichen wie thierischen Körper die «Bindegewebskörper» sich so erweitern können, dass grössere Lymphräume daraus hervorzugehen vermögen⁶⁾, insbesondere wies ich auf die Räume in der Arachnoidea hin, welche ich nach Genese und Bedeutung ganz gleich setzte mit den Bindegewebskörpern oder kleinen spaltförmigen Räumen des Bindegewebes. Und um dem etwaigen Einwurf zu begegnen, dass die grösseren und kleineren Räume der Arachnoidea nicht für gleichwerthig mit Lymphräumen zu halten seien, deutete ich auf von mir gemachte Beobachtungen hin, denen zufolge beim Stör zwischen Pia mater und Dura mater eine lymphdrüsenähnliche Substanz den vom Gehirn freigelassenen Raum des Schädels ausfüllt, ferner, dass man bei *Trygon pastinaca* an den Gefässen der Pia mater dieselben eigenthümlichen

1) Sieh. meinen vorhin citirt. Aufsatz im Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, S. 714, S. 744. — 2) Untersuchungen üb. Fische u. Amphibien, 1853, S. 112. „Ich halte die Annahme nicht für zu weit gegriffen, wenn ich auch die Blut- und Lymphgefässcapillaren nach ihrer Genese hieher (zu den Bindegewebskörperchen) rechne.“ — 3) Histologie S. 27. — 4) S. 47. — 5) Histologie S. 297. — 6) a. a. O. S. 31.

von mir entdeckten und «turbanähnliche Körper» genannten Glomeruli sieht, wie sie bei Selachiern sonst nur in die Lymphgefäße hineinragen ¹⁾).

Bei meiner Besprechung der Lymphgefäße der Wirbelthiere überhaupt kam ich ²⁾ zu dem Ergebniss, «dass die Lymphgefäße niederer Wirbelthiere nichts anderes als Hohlgänge und Räume im Bindegewebe» seien.

Wenn man jetzt die Ansicht hört, die Anfänge der Lymphgefäße seien keine «Bindegewebkörper» sondern «präformirte» Lücken, so ist entgegen zu halten, dass es jugendliche Zustände des Bindegewebes giebt, in denen diese «Lücken» noch nicht existiren. Sie entstehen erst später und zwar insoweit ich eben zu sehen glaube, unter dem Einfluss der zelligen Elemente. Obschon ich nun gerne zugesteh, dass gerade dieser Punkt, d. h. der Uebergang eines von hüllenlosem Protoplasma umgebenen Kerns in ein spalt- oder lückenförmiges Bindegewebkörperchen zur Zeit noch einen etwas nebulistischen Charakter hat, so scheint trotzdem die von mir aufgestellte Erklärung immer noch die sachgemässeste zu sein. Darnach ist, wie oben schon bemerkt, die Wand der Bindegewebkörper den «Knorpelkapseln» zu vergleichen. Wie hier am Knorpel die Zwischensubstanz um die zelligen Theile herum sich zu den «Kapseln» verdichtet, so mögen sich um die Bindegewebzellen in dem vorhin bezeichneten Sinn elastisch verdichtete Grenzschichten bilden, und indem später der eigentliche Zellkörper schwinden kann, sind die «lücken- oder spaltförmigen Bindegewebkörper», oder die «präformirten Spalten im Bindegewebe» daraus geworden. (S. 47.)

Bezüglich der Blutcapillaren scheint die Ansicht, dass verästigte oder Sternzellen des Bindegewebes sich zu Capillargefässen fortbilden können, weniger beanstandet zu werden. Ich bin nicht nur auch jetzt noch dieser Meinung, sondern glaube den Vorgang dieser Umbildung auch im Einzelnen näher bezeichnen zu können, indem ich die Entstehung der Blutgefäße mit der Entstehung der Tracheen der Insecten vergleiche. Die Tracheen erinnern nicht bloss durch die Art ihrer Verästigung und ihr Verhalten zu den verschiedenen Körperorganen lebhaft an die Blutgefäße der Wirbelthiere, so dass ältere Beobachter auch von «arteriellen Tracheen» sprachen, sondern die Art ihrer Genese stimmt in dem uns hier berührenden Moment vollkommen mit derjenigen der Blutgefäße überein. Anlangend zuerst die feinsten aus Sternzellen hervorgehenden Blutcapillaren, so zeigen dieselben nicht eine einfache, sondern eine doppelte Contur und was zweitens sehr beachtenswerth ist, die ursprünglichen *Nuclei* liegen bei genauer Besichtigung immer zwischen beiden Linien, wovon bald die äussere bald die innere durch den Kern buchtig vorgetrieben sein kann. Die innere Contur ist merklich schärfer als die äussere, welche weicher bleibt ³⁾. Sobald diese innere Linie, offenbar der Ausdruck einer auskleidenden homogenen Haut, auftritt, hat sich das Protoplasma ausgehöhlt und die Zelle wird zur Gefässanlage.

Die innere Linie ist, was schwerlich einen Widerspruch zu erfahren hat, der Intima einer capillaren Trachee gleichzusetzen, und wie diese zu Stande kommt, habe ich ⁴⁾ vor längerer Zeit nicht bloss im Allgemeinen veröffentlicht, sondern auch eine ganz speziell hier anwendbare Thatsache mitgetheilt. Bei der so äusserst durchsichtigen Zweiflüglerlarve *Corethra* stehen die letzten Enden der Tracheenzweige mit stark verzweigten Zellen in Verbindung, dergestalt, dass die sog. Peritonealhülle unmittelbar in die Sternzellen sich fortsetzt, nachdem die innere Haut (Intima) allmählig

1) a. a. O. S. 409. — 2) a. a. O. S. 420. — 3) Weismann, *Ztschr. f. rationelle Medizin*, 3. R. IX. Band, Taf. IV. fg. 4, b, Taf. V, fg. 10, hat die doppelten Conturen schon richtig gesehen. — 4) *Ztschr. f. wiss. Zool.* 1851, S. 445, Taf. XVI, fg. 4, oder *Histolog.* 2. Jahrg., fg. 201.

zurückgeblieben ist. Die Intima entsteht als eine Abscheidung, als eine Cuticularbildung nach innen und diese Aehnlichkeit im Bau zwischen Capillaren der Tracheen und Blutcapillaren wächst noch, wenn wir solche Capillaren berücksichtigen, zu deren Entstehung mehrere Zellen zusammengewirkt haben¹⁾. Die sog. Adventitia entspricht der Umhüllungsmembran (Peritonealhülle) der Trachee; wie diese besteht sie aus Zellen, deren Protoplasma gewöhnlich zusammengefloßen ist und nur die Kerne bezeichnen die ursprünglichen Zellenterritorien. Von der Adventitia mit ihren Kernen hebt sich die scharfgerandete Intima ab, und diese ist als homogene kernlose, elastisch verdichtete Haut das Abscheidungsproduct der zelligen Elemente der Adventitia.

Ich möchte die Beobachter, welche die Entwicklung der Blutgefäße sich zum Gegenstande eines besonderen Studiums machen wollen, einladen, zuvor die Genese der Tracheen ins Auge zu fassen. Vergleichung fördert wie überall das Verständniß, besonders wenn wie hier klarere und bestimmtere Bilder den weniger klaren vorausgehen. «Die Natur ist geizig in ihren Neuerungen» bestätigt sich auch hier, denn die Grundzüge der Entwicklung, natürlich abgesehen von den musculösen Elementen, welche den Tracheen abgehen, sind bei beiden Röhrensystemen die gleichen.

• *Bindegewebe von ungewöhnlicher Art.* Das Bindegewebe, wie es im Vorangegangenen abgehandelt wurde, behält bei den verschiedensten Wirbelthieren seine wesentlichen Eigenschaften bei. Doch kommen da und dort Abweichungen vor.

So habe ich²⁾ zuerst auf eine sehr merkwürdige modifizierte Form des Bindegewebes bei Fischen aufmerksam gemacht, die noch näher untersucht zu werden verdiente. Es ist jene weissliche Faserhaut der Schwimmblase, welche sich durch Atlasglanz auszeichnet. Schon bei den Teleostiern (*Barbus*, *Cobitis* z. B.) löst sich dieses Bindegewebe bei unsanfter Behandlung in eigenthümliche starre, feine, zugespitzte, oft wie winkelig geknickte Fasern auseinander. Noch auffallender wird diese Erscheinung beim Stör. Hier ist an der frischen Schwimmblase jene Haut mit Atlasglanz so weich, dass sie sich beim Versuch, sie mit der Pinzette abzuziehen, in kleine, spindelförmige oder nadelähnliche Massen abblättert; leichter noch fällt sie in dergleichen Trümmer auseinander, wenn man sie mit Wasser befeuchtet. Werden solche nadelförmigen Theilchen mikroskopirt, so erweisen sie sich zusammengesetzt aus ganz ähnlichen faserartigen Massen, wie die, welche das freie Auge unterscheidet. Sie sind hell, scharf conturirt und dabei starr, die einen können mehr für wirkliche zugespitzte Fasern angesprochen werden, andere erinnern in ihrer Gestalt eher an Hobelspäne oder spitz eingerollte Papierstreifen.

Nach mir hat Baur³⁾ das Gewebe untersucht und deutet di-

1) Zum Vergleich mögen z. B. die naturgetreuen Abbildungen von Blutcapillaren dienen, wie sie der Abhandlung von His: Beitr. z. Kenntniss der zum Lymphsystem gehörigen Drüsen, beigegeben sind. Ztsch. f. wiss. Zool. Bd. X, 1880, Taf. XXVIII, fig. 11, 12 u. a.
2) Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien, 1853, S. 29; Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 7; Histol. S. 372. — 3) Baur, Entwickl. der Bindesubstanz. Inauguralabh. 1856, S. 21.

Schnuppen, Stäbe und Nadeln, in welche sich die Grundsubstanz zerlegen lässt, als krystallinische Bildungen, die Grundsubstanz sei durch eine Art organischer Krystallisation zu Büscheln feiner Nadeln geworden.

Obschon bei Wirbellosen das zellig-blasige Bindegewebe, sowie das Cuticulargewebe häufiger ist als die Form des fibrillären, so kommt doch auch das letztere da und dort vor ¹⁾).

5. Knorpelgewebe.

Der Knorpel, eine der Unterabtheilungen der Binde substanz, kann zwar bei bestimmter Ausbildung spezifische Kennzeichen an sich tragen, aber andererseits giebt es wieder Zwischenglieder, die den Uebergang zu anderen Bindegewebsformen vermitteln.

Die besondern physikalischen Eigenschaften des Knorpelgewebes äussern sich darin, dass es nicht bloss sehr biegsam und elastisch ist, sondern auch einen hohen Grad von Festigkeit und Steifigkeit besitzt. Für das freie Auge milchweiss, bläulich oder gelblich, besteht es mikroskopisch aus Zellen und Grundsubstanz.

Zellenknorpel. Ist die Grundsubstanz in verschwindend kleiner Menge zugegen, so dass das Gewebe fast nur aus Zellen zu bestehen scheint, so nennt man diese Form den „Zellenknorpel.“ Hierher gehört z. B. die eigentliche Substanz der *Chorda dorsalis*, doch wie oben schon angedeutet wurde, man könnte dasselbe ebenso gut als „zellig-blasiges Bindegewebe“ ansprechen. Aus einer ausgeprägtern Form des Zellenknorpels ist das Kiemenskelet der Kiemwürmer gebildet. (S. 55.)

Intercellularsubstanz. Im typischen Knorpel ist die Grundsubstanz in deutlich erkennbarer Menge zwischen den zelligen Elementen vorhanden und zwar nicht selten in solcher Anhäufung, dass sie das Uebergewicht über die Zellen hat.

Die Herkunft der Grundsubstanz oder Intercellularmaterie aus den Zellen ist hier in ähnlich sicherer Weise zu verfolgen, wie die Entstehung einer Cuticularschicht. Die Knorpelzelle in erster Jugend ist ein weicher Ballen von Protoplasma mit einem Kern, nach aussen ohne abgrenzende Membran. Durch die absondernde Thätigkeit der Zelle entsteht eine festere Hülle um den Ballen, das, was man seit Langem „Knorpelkapsel“ nennt. Die Knorpelkapseln sind die Anfänge der Intercellularmaterie, indem aus der continuirlich fortschreitenden Wiederholung dieser Kapselschichten die Grundsubstanz hervorgeht, eine zuerst von Remak aufgestellte Ansicht, die ich gegenüber der Deutung, als wären die Knorpelkapseln Theile der Zellen, nach wie zuvor für die entschieden richtigere halte ²⁾).

¹⁾ Sieh. m. Histologie S. 28, fg. 13. Vergl. ferner Häckel, Gewebe d. Flusskrebse, Arch. f. Anat. u. Phys. 1857, S. 498. — ²⁾ In sehr verständiger und klarer Weise hat sich hierüber neuerdings Gegenbaur ausgesprochen. (Vergleichende Anat. d. Wirbelsäule b. Amphibien u. Reptilien 1862, S. 12.)

Eigenschaften der Zellen. Die Knorpelzellen variiren sehr in ihrer Gestalt, sie sind bald rundlich, bald länglich, spindelförmig etc., mitunter sehr langgestreckt, auch können sie, wie zuerst durch mich ¹⁾ bekannt wurde, bei Fischen verästelt sein und durch ihre Ausläufer deutlich zu einem Kanalnetz anastomosiren. Bemerkenswerth erscheint auch, dass, mag auch die Form der Zellen im Innern der Knorpeltheile noch so verschieden sein, die dem freien Rand des Knorpels zunächst liegenden Zellen, sich immer abplatten und mit ihrem Längendurchmesser dem Rande parallel liegen.

Auch das Protoplasma (Inhalt) zeigt verschiedene Zustände. Bald ist dasselbe eine helle Substanz, ein andermal ist es von körnigkrümliger Beschaffenheit, nicht selten ist es theilweise oder ganz in Fett umgewandelt, was so weit gehen kann, dass stark fetthaltiger Knorpel den Fettzellen des Bindegewebes aufs Haar ähnlich sieht. Es ist mir dieses zuerst an der Ohrmuschel ²⁾, so wie an den Kehlkopfknorpeln der Nagethiere aufgefallen, indem man hier nicht Knorpel sondern Fettgewebe vor sich zu haben glaubt. Erst genaueres Zusehen belehrt, dass man es mit einem Knorpel zu thun habe, dessen Zellen fast durch keine Zwischensubstanz geschieden und prall mit Fett erfüllt sind.

Während die Zellen des Bindegewebes sehr häufig Pigmentkörner enthalten, ist solches bei den Knorpelzellen eine seltene Erscheinung; ich habe auf die hyalin-knorpelige Sklerotika von *Menopoma alleghanensis* aufmerksam gemacht, welche hierzu ein Beispiel liefert. Dort sieht man klar und deutlich, dass die meisten Zellen braune Pigmentkörner in verschiedener Menge zum Inhalt besitzen.

Echter Knorpel. Faserknorpel. Nach der verschiedenen Beschaffenheit der Grundsubstanz, wodurch schon fürs freie Auge der Knorpel Abänderungen zeigt, spricht man vom echten oder hyalinen Knorpel und zweitens vom gelben oder Faserknorpel.

Beim hyalinen Knorpel ist die Grundsubstanz oder Inter-cellulärmaterie gleichförmig, homogen und verwandelt sich gekocht in Chondrin.

Beim gelben Knorpel hat sich ähnlich wie beim Bindegewebe die Inter-cellulärsbstanz zu elastischen Netzen verdichtet. Diese Fasern verlaufen seltener einander einigermaßen parallel, meist sind sie wie verfilzt, haben auch wohl ein rauhes oder wie aus Körnchen zusammengesetztes Ansehen. In solcher Weise umgewandelte Grundsubstanz zeigt grosse Resistenz gegen Kalilauge, giebt kein Chondrin u. dgl., mit einem Worte, verhält sich wie elastisches Gewebe.

Uebergangsformen. Es wurde schon bemerkt, dass es eine Knorpelart giebt, die den Charakter von zellig-blasiger Bindesubstanz

¹⁾ Beitr. z. mikrosk. Anat. u. Entwickl. d. Thiere u. Hais, 1852, S. 4; Histol. S. 153. —
²⁾ Kleinere Mittheilungen z. thierisch. Gewebelehre, Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 340.

angenommen hat. Dann kommen auch wieder sehr bestimmte Uebergangsformen zum festen Bindegewebe vor. Es gehören dahin z. B. die Knorpelscheiben im unteren Lid der Vögel und Saurier ¹⁾, der Knorpelrahmen in der Schnecke der Vögel ²⁾, zum Theil die Wand des Seitenkanalsystems bei Selachiern ³⁾, alles Bildungen, deren histologisches Verhalten ich zuerst beschrieben habe.

Nach dem Anblick mit freiem Auge fühlt man sich mehr geneigt, genannte Bildungen für Knorpel anzusprechen, während die mikroskopische Untersuchung eher einer Einreihung in das feste Bindegewebe das Wort redet. Es sind, was ich schon anderswo hervorhob ⁴⁾, Knorpel, in denen verästelte, den Bindegewebskörpern durchaus ähnliche Zellen liegen, die auch von der Grundsubstanz nicht in dem Grade abgeschieden sind, als die Zellen im echten Knorpel.

Knorpel der Wirbellosen. Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch wird auch den wirbellosen Thieren sehr häufig Knorpel zugetheilt, indem man Manches so nennt, weil es durch Farbe und Consistenz an Knorpel erinnert. Um so mehr darf darauf hingewiesen werden, dass echtes Knorpelgewebe bei Wirbellosen seltener vorkommt.

Seit Längerem ist dasselbe bei den Cephalopoden beobachtet worden; dann ist zuerst durch mich ⁵⁾ nachgewiesen worden, dass in den Kiemenstämmen gewisser Anneliden ein inneres knorpeliges Skelet sich vorfindet, welches zum Zellenknorpel gehörend aus Reihen viereckiger Zellen mit verdickten Wänden besteht; die Zellen seien ausserdem hell und scharf conturirt und zeigten nach Essigsäure einen kleinen Kern. Früher schon hatte Quatrefages dieses Kiemenskelet erkannt, «ohne aber dem Gewebe seine eigentliche Bedeutung zuzuthellen.»

Dann ist bezüglich des Zungenknorpels der Schnecken von Lebert ⁶⁾, Lacaze-Duthiers ⁷⁾ und Claparède ⁸⁾ gezeigt worden, dass hier echter Knorpel vorliege.

Selbst bei Arthropoden, wo bisher dieses Gewebe gänzlich vermisst wurde, ist es von Gegenbaur ⁹⁾ bei *Limulus* aufgefunden und näher beschrieben worden.

Die grosse Verwandtschaft zwischen Knorpel und Bindegewebe äussert sich auch bei Wirbellosen darin, dass z. B. bei den sehr durchscheinenden Arten der Cephalopoden die Knorpelzellen sich an manchen Stellen zu grossen Blasen, ganz ähnlich wie in der *Chorda dorsalis* der Fische, die wir mehrmals dem zellig-blasigen Bindegewebe verglichen, erweitern. Auch habe ich bezüglich des Mantels der Tunicaten schon anderswo meine Meinung dahin ausgesprochen, dass ich mit Niemanden darüber rechten würde, wenn er denselben dem Knorpelgewebe und nicht etwa dem gallertigen Bindegewebe einreihen wollte.

1) M. Hist. S. 243. — 2) a. a. O. S. 372. — 3) Rochen u. Haie S. 40. — 4) Histolog. S. 34.
5) Ztschr. f. wiss. Zool. 1851, S. 338 (*Amphicora*); Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 315 (*Serpula*). Histolog. fg. 87. — 6) Lebert, Arch. f. Anat. u. Phys. 1846. — 7) Lacaze-Duthiers, *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*. 1857. — 8) Claparède, Arch. f. Anat. u. Phys. 1867, S. 240. — 9) Gegenbaur, Anat. Untersuchg eines *Limulus*, Abhandlg. d. naturf. Gesellsch. in Halle, 1858. S. 11.

6. Knochengewebe.

Unter den verschiedenen Formen der Binde substanz hat das Knochengewebe den höchsten Grad der Festigkeit erreicht, was dadurch geschieht, dass die Intercellularmaterie sich mit anorganischen Verbindungen, insbesondere mit phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk gemengt hat.

Knochenkörperchen. Die Gestalt und Grösse der zelligen Elemente, der sog. Knochenkörperchen ist sehr verschieden. Als die gewissermassen typische Form ist die verästelte Zelle anzusehen, übereinstimmend mit den Sternzellen des gewöhnlichen Bindegewebes.

Die Strahlen können selbst wieder, wie ich z. B. bei Fischen beobachtete, an den Verästigungstellen sinusartig erweitert sein. Die Oeffnungen der Strahlen an freier Knochenfläche vermögen sich ferner so zu vergrössern, dass, wenn sie dabei dicht stehen, die Fläche ein wie gegittertes, von zahlreichen Spältchen durchbrochenes Ansehen gewinnt. Ich habe solches an den platten Schädelknochen des *Proteus* im unverletzten, nicht angeschliffenen Zustande wahrgenommen ¹⁾.

Dann können zweitens die Strahlen fehlen. Bei höheren Wirbelthieren kommen solche strahlenlose Knochenkörperchen nur da und dort vor, bei manchen niederen Wirbelthieren hingegen, so z. B. bei den Selachiern, wie zuerst Joh. Müller entdeckte und ich ²⁾ bestätigt habe, sind sie allgemein von dieser Beschaffenheit.

Eine besondere schon hier zu erwähnende Modifikation ist auch die, dass die Zellen zu langen Kanälchen auswachsen, die selbst wieder von einfacher oder verästelter Form sein können. Einiger anderer Abänderungen soll nachher noch gedacht werden.

Bemerkenswerth ist ferner die An- oder Abwesenheit des Kerns. Es ist noch neuerdings von gewisser Seite behauptet worden, in der Knochenkörperchen fehle ein Kern immer. Nun ist richtig, dass in vielen Fällen das Knochenkörperchen keinen Kern mehr besitzt sondern derselbe geschwunden ist. In andern Fällen lassen sich aber die Kerne mit aller Sicherheit und sogar leicht sehen, in welcher Beziehung ich längst auf verschiedene Gattungen unserer Süsswasserfische aufmerksam machte, von denen zahlreiche Knochenstücke z. B. des Visceralskelets, so durchsichtig sind, dass man ohne weitere Präparation den frischen Knochen unter das Mikroskop bringen und den Kern der Knochenkörperchen aufs beste erblicken kann. Dagegen hatte ich von den frischen Knochen des Landsalamanders und des *Proteus* zu melden ³⁾. Selbst bei Säugethieren bieten sich

¹⁾ Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien S. 106. — ²⁾ M. Beitr. z. mikr. Anat. u. Entw. d. Rochen u. Haie S. 6. — ³⁾ Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien 1853, S. 106

dieselben Bilder dar. Ich habe gefunden, dass z. B. bei der *Hausmaus* (*Mus musculus*) die dünnen Nasenmuscheln sich frisch, ebenfalls ohne alle Vorbereitung mikroskopiren lassen, wobei sich zeigt, dass in vielen Knochenkörperchen ein Kern deutlich vorhanden ist ¹⁾.

Was den Inhalt betrifft, so scheint auch dieser nicht überall der gleiche zu sein. Die Ansicht zwar, dass die Knochenkörperchen die Kalkbehälter (*Sacculi chalicophori*) seien, hat man längst fallen lassen; auch wäre diese Auffassung kaum entstanden, wenn man gleich anfangs frische, durchsichtige Knochen, z. B. die vorhin bezeichneten Fischknochen, anstatt künstlicher Schliffe getrockneter Knochen sich vorgelegt hätte. Doch verdient es immer bemerkt zu werden, dass, wie ich wieder in Erinnerung brachte, Treviranus schon im Jahre 1835 die gegenwärtig allgemein geltende Meinung vertrat, dass die Knochenkörperchen mit Flüssigkeit gefüllt wären. Später ist es Bruns gewesen, welcher unabhängig hievon zu einer Zeit (1845), als man allgemein die Knochenkörperchen für Kalkbehälter hielt, die Ansicht wieder aufnahm, sie seien dieses nicht, sondern führten ein flüssiges Ernährungsmaterial.

Ob indessen der Inhalt immer rein flüssig ist, wird wohl Niemand gerade behaupten können, es lässt sich vielmehr annehmen, dass, wenn noch ein *Nucleus* vorhanden ist, auch noch ein Theil des ursprünglichen Protoplasma zugegen sein möge.

Am Skelet der Vögel giebt es bekanntlich lufthohle Knochen, indem die Markräume anstatt mit Mark mit Luft gefüllt sind. Nun ist es mir nach früheren Beobachtungen vorgekommen, als ob auch mitunter in solchen pneumatischen Knochen bezirksweise die Knochenkörperchen denselben Inhalt hätten wie die Markräume, d. h. schon während des Lebens Luft enthalten. Ich glaube wenigstens am Brustbein des Reiher so etwas wahrgenommen zu haben.

Ich habe früher gezeigt, dass durch Erweiterung und Verschmelzung der «Bindegewebskörper» grössere Lücken oder Hohlräume im Bindegewebe entstehen können. Die gleiche Metamorphose beobachte ich an Knochenkörperchen, z. B. in den Hautknochen des *Polypterus*, wo sich in jeder Schuppe solche Uebergänge demonstrieren liessen ²⁾. In den Kopfknochen z. B. der *Leucisci* trifft man unregelmässig gebuchtete und zusammenhängende Räume, auch wohl grössere Höhlungen von manchfaltiger Gestalt, die nur als vergrösserte oder verschmolzene Knochenkörperchen angesprochen werden können ³⁾. Etwas ähnliches beschrieb ich ferner vom *Proteus* ⁴⁾.

Intercellularsubstanz. Die Intercellular- oder Grundsubstanz des Knochengewebes hat die gleiche geschichtete Natur, wie das gewöhnliche Bindegewebe, und die Lamellen sind in Folge des härtenden und damit schärfere Conturen gebenden Ossifikationsprozesses noch klarer und markirter als bei jenem. In weitaus den

¹⁾ Kleinere Mittheilgen z. thierisch. Gewebslehre, Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 340.

²⁾ Hist. Bemerkgen üb. *Polypterus*, Ztschrift f. wiss. Zool. 1854, S. 46. — ³⁾ Mein Lehrb. d. Histologie, 1857, S. 156, fg. 32. — ⁴⁾ a. a. O. S. 159.

meisten Fällen ohne besondere Färbung erscheinen die Knochen einiger Fische von grüner Farbe, so z. B. bei *Belone*. Man gab früher an, dass erst nach dem Kochen das Skelet die grasgrüne Farbe annehme. Nach Untersuchung frischer Thiere hatte ich ¹⁾ dies dahin zu berichtigen, dass die grüne Färbung dem lebenden Thier angehört und nicht erst durch das Kochen hervorgerufen wird. Das Pigment zeigte sich nicht als ein körniges, sondern als ein diffuses. Es färbt lediglich die Grundsubstanz, während der Inhalt der Knochenkörperchen hell und farblos erscheint.

Zahnbein. Es wurde oben schon vorgebracht, dass die Knochenkörperchen zu langen Kanälchen auswachsen können, und es sei jetzt im Besonderen erwähnt, dass durch diese Abänderung das Knochengewebe dem Zahnbein ähnlich, ja echtes Zahnbein (oder Dentine) werden kann.

Die ersten hierher gehörigen Beobachtungen sind von mir veröffentlicht worden und betreffen Hautknochen von Amphibien und Fischen. Die grosse kreuzförmige Knochenplatte auf dem Rücken des Hornfrosches (*Ceratophrys dorsata*) enthielt sehr lange und schmale, mit seitlichen Ausläufern versehene Knochenkörperchen, so dass sie sowohl dadurch, als auch da sie ziemlich dicht aufeinander folgten, «sowohl auf dem Längs- wie Querschnitt an Zahnkanälchen erinnerten» ²⁾.

Während der erwähnte Hautknochen mehr nur als ein Uebergang zum Zahnbein angesehen werden kann, so zeigte ich schon früher ³⁾ von den Schuppen und Hautstacheln der Selachier, dass ihr feinerer Bau ganz der gleiche sei wie derjenige der Zähne des Gebisses, und ich hob diese «völlige Identität in der Structur» zwischen den Schuppen und den Zähnen besonders hervor.

Nachdem auch Queckett ⁴⁾ bekannt gemacht hatte, dass bei *Fistularia*, *Sphyræna* *Belone* das Knochengewebe einen dem Zahnbein ähnlichen Bau besitze, so untersuchte auf diesen Punkt Kölliker ⁵⁾ eine grosse Anzahl Fische und es stellte sich heraus, dass bei zahlreichen Teleostiern anstatt des gewöhnlichen Knochengewebes sich Zahnbein vorfinde.

Schmelz der Hautknochen. Eine Modifikation des Zahnbeins ist der „Schmelz“ der Hautknochen.

Ich machte zuerst an den Schuppen der Selachier darauf aufmerksam, dass die sog. Schmelzschicht nicht als eine histologisch verschiedene Lage existire, sondern eben nur als Grenzschiebt der Schuppensubstanz zu betrachten sei. Näher ging ich bei meiner Untersuchung des *Polypterus* auf dies Verhalten ein, indem ich nachwies, dass auch hier der Schmelz der Schuppen keineswegs im Bau mit dem Schmelz der Zähne höherer Wirbelthiere übereinstimme, vielmehr nur „die mehr homogene von äusserst feinen Hohlräumen durchbrochene oberste Lage der Schuppe sei“ ⁶⁾.

1) a. a. O. (Arch. f. Anat. u. Phys. 1854. S. 328.) — 2) Anat. hist. Untersgen üb. Fische u. Reptilien 1853, S. 109. — 3) Beitr. z. mikr. Anat. u. Entw. d. Rothen u. Hale 1852, S. 81. — 4) Queckett, *Histological Catalogue of the College of surgeons of England*, Bd. II, 1855. — 5) Kölliker, Üb. versch. Typen i. d. mikr. Struct. d. Skeletes d. Knochenfische, Würzb. Verhandlg. 1859. — 6) Histol. Bemerkgen üb. d. *Polypterus bichir*, Ztschr. f. wiss. Zool. 1864, S. 47.

Wenn schon in dem Schmelz des Hautskelets der Fische die Knochenkörperchen sehr klein werden, und dadurch das mehr homogene Aussehen dieser Lage zu Wege kommt, so kann ein ähnlicher Mangel der Knochenkörperchen auch im Gewebe des inneren Skelets eintreten.

So habe ich vor längerer Zeit ¹⁾ schon gezeigt, dass z. B. bei Cyprioiden zwar in vielen Skelettheilen schöne wohl entwickelte Knochenkörperchen vorhanden sind, mit zahlreichen, lange verzweigten Ausläufern, andererseits aber in ganzen Strecken des Knochengewebes die Körperchen strahlenlos werden, auch wohl — und das ist für uns besonders wichtig — zu winzig kleinen, nur punktförmigen Räumen herabsinken oder verkümmern. Das Knochengewebe ist damit eine mehr homogene, streifige Substanz geworden. Durch Mittheilung Anderer ²⁾ weiss man jetzt, dass bei einer grossen Anzahl von Knochenfischen das Knochengewebe von dieser Beschaffenheit ist.

Entstehung des Knochengewebes. Aus dem Dargelegten ist ersichtlich, dass das Knochengewebe mehrfache Abänderungen zeigt, worüber man sich schon deshalb nicht wundern darf, wenn man bedenkt, dass verschiedene Arten der Bindesubstanz, eigentliches Bindegewebe und Knorpel, ossifiziren können.

Der Knorpel wird zum Knochen dadurch, dass Kalk theils zunächst in Form von grösseren Kugeln und kleineren Krümeln sich in die Grundsubstanz absetzt und nach und nach mit letzterer morphologisch zu einer Masse verschmilzt. Bei dieser Ablagerung der Kalksalze in die Grundsubstanz wandeln sich die zelligen Elemente in die Knochenkörperchen um, wobei entweder, wie ich es von den Selachiern beschrieben, die runde Zelle des Hyalinknorpels gerade so bleibt und ein rundliches oder ovoides, strahlenloses Knochenkörperchen wird, oder, und dieses ist das Gewöhnliche bei andern Wirbelthieren, die rundlichen, strahlenlos gewesenen Knorpelzellen gestalten sich zu verästelten Knochenkörperchen.

Die letztere Formveränderung erklärt man sich entweder so, dass die Knorpelzelle während der Verkalkung sternförmig auswächst, oder man deutet die Erscheinungen nach der Analogie der Porenkanalbildung bei den Pflanzen durch ungleichmässige Verdickung der Wand der Knorpelhöhle.

Die Lehre, dass echter Knorpel zu Knochen sich metamorphosiren könne, ist in neuerer Zeit von Heinrich Müller ³⁾ entschieden bekämpft worden und auch Baur ⁴⁾ hat unabhängig davon die Umwandlung des Knorpels in Knochen geläugnet. Demnach sollten sternförmige Knochenkörperchen keineswegs aus Knorpelzellen hervorgehen. Doch wird von anderer Seite ⁵⁾ dem widersprochen und die alte Auffassung als die richtige erklärt.

¹⁾ Ztschrift f. wiss. Zool. 1850, S. 11; Lehrb. d. Hist. S. 156. — ²⁾ Queckett, a. a. O.; Mettenheimer, Abhandl. d. Senkenberg'schen Gesellsch. 1854. — ³⁾ H. Müller, Abh. d. Entwickl. d. Knochensubstanz etc. Ztschrift f. wiss. Zool. 1858, S. 147. — ⁴⁾ A. Baur, Zur Lehre von d. Verknöcherung d. primordialen Knorpels, Arch. f. Anat. u. Phys. 1857. — ⁵⁾ Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, S. 703.

Zweitens kann gewöhnliches Bindegewebe ossifiziren. Hier wird beim Verknöcherungsprozess das verästelte Bindegewebskörperchen einfach zum verästelten Knochenkörperchen, wie zuerst Virchow ¹⁾ an pathologischen Bildungen nachgewiesen hat.

In sehr deutlicher Weise stellte sich mir ²⁾ dieser Vorgang an Knochen dar, welche auf Kosten der Lederhaut entstehen, so z. B. an der Rückenplatte des Hornfrosches, am Hautskelet des *Polypterus*. Die Lederhaut zeigt regelmässig gestellte Lücken mit Ausläufern (sog. Bindegewebskörper) und die letzteren bleiben auch in dieser Eigenschaft übrig, nachdem sich die Bindesubstanz mit Kalk verbunden hat. Wird umgekehrt durch Säure die Kalkmasse herausgezogen, so ist im mikroskopischen Verhalten kein Unterschied zwischen den Hautknochen und der umgebenden Haut, indem hier wie dort die helle Bindesubstanz und die eigenthümlichen verästelter Lücken sich dem Beschauer darbieten.

Sind die Bindegewebskörper des in Knochen sich umsetzenden Gewebes strahlenlose Gebilde (dem Aussehen nach Lücken), so bleiben sie auch, nachdem die Zwischensubstanz sich mit Kalksalz imprägnirt hat, strahlenlose Knochenkörperchen von gleicher Form, wie sie zuvor waren. So habe ich im Anschluss an Joh. Müller ³⁾, von der Scheide der *Chorda* bei *Chimaera* beschrieben, dass die eigentliche Substanz derselben aus einem festen Bindegewebe besteht, in dem schmale, aber lange, circular verlaufende Lücken oder Hohlräume sich zeigen. Bei der Verkalkung dieser Bindesubstanz werden die schmalen Hohlräume „zu einer Art Knochenkörperchen“ ⁴⁾.

Knochenharte Theile der Wirbellosen. Vorangegangenes hat zunächst lediglich auf die Wirbelthiere Bezug. Bekanntlich besitzen aber auch zahlreiche wirbellose Thiere knochenharte Theile und es ist die Frage, inwieweit deren feinere Structur mit dem Knochengewebe der Wirbelthiere übereinstimmt.

Ob exquisites Knochengewebe, insofern wir dazu die Anwesenheit verästelter Knochenkörperchen für nothwendig halten, vorkommt, scheint zweifelhaft. Doch kann ich hiebei wieder nicht unterlassen, auf meine Beobachtungen an der Schale von *Sphaeroma cinerea* hinzuweisen ⁵⁾.

1) Virchow, Arch. f. pathol. Anat. 1847. — 2) Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Rept. 1853, S. 109. Hist. Bemerkungen üb. *Polypterus*, Ztschrift f. wiss. Zool. 1854. (Ossifikation der Lederhaut S. 46, der Schleimhaut S. 53.) — 3) Joh. Müller, Vergleichend. Anat. des Myxinoideen, Abhandl. d. Berliner Akad. 1838. — 4) Z. Anat. u. Hist. d. *Chimaera monstrosa*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1851, S. 243. — 5) Z. feiner. Bau d. Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 381; Histol. S. 129. Die Schale besitzt „Eigenthümlichkeiten, die ich nicht auszugleichen vermochte. Die verkalkte Haut ist sehr dünn, hell und bricht wie Glas, bei der mikroskopischen Untersuchung überraschen vor Allem Bildungen, welche den Knochenkörperchen der Wirbelthiere aufs Haar ähnlich sehen und näheres Betrachten und Vergleichen belehrt, dass sie ihren Ursprung aus einer ossificirten, epithelartigen Zellenlage genommen haben und dass die Knochenkörperchen nur die übrig gebliebenen Lücken der in grösserer oder geringerer Ausdehnung verkalkten Zellen sind.“ Die dort auch erwähnten und seltsam aussehenden Hohlräume, mit zahlreichen blind geendigten

Dass aber zwischen andern oben erörterten Modifikationen des Knochengewebes der Wirbelthiere und den verkalkten Geweben der Wirbellosen verwandtschaftliche Beziehungen sich erkennen lassen, halte ich auch jetzt noch für richtig. Die Skelettheile der Echinodermen sind mit Kalk imprägnirtes Bindegewebe; der Panzer der Krustenthiere und seine Fortsetzungen nach innen gehen aus homogenen, geschichteten Lagen hervor, die von Kalk durchdrungen sind. Und was insbesondere die knochenharten Theile der Arthropoden betrifft, so ist die Aehnlichkeit zwischen ihrem Gewebe und demjenigen Knochengewebe vieler Fische, welches der strahligen Knochenkörperchen ermangelt, eine nicht geringe. Denn ich lege immer noch eine gewisse Betonung darauf, dass die Lücken oder Hohlräume, welche die Grundmasse einer verkalkten Chitinhaut durchsetzen, ganz das Aussehen von verästelten Zahnröhrchen haben können¹⁾. Von gleicher Beschaffenheit ist aber auch, wie oben vorgebracht wurde, das Knochengewebe vieler Fische.

Etwas mehr entfernen sich vom eigentlichen Knochengewebe die Schalen der Weichthiere, was schon die gewöhnliche Beschreibung dadurch anerkennt, dass sie sagt, bei dem Weichthier hänge die Schale mehr nur dem Thier an, bei den Arthropoden hingegen sei die Haut selbst erstarrt. Man kann diesen Gegensatz, der zwischen der Schale eines Mollusken und der eines Echinodermen oder Arthropoden herrscht, wohl heraus heben und ihn auch durch die mikroskopische Untersuchung stützen. Die Schale einer Schnecke, einer Muschel entsteht als verkalktes Secret²⁾: Zellen scheiden homogene Lagen ab, die mit Kalk imprägnirt werden.

Es ist aber klar, dass durch diese Art der Genese auch Muschel- und Schneckenschalen wieder an die Reihen der Bindesubstanzen heranrücken.

II. Epithelien, Drüsenzellen, Horngewebe.

Man nennt herkömmlich Epithelien diejenigen Gewebe, welche aus einzelnen selbständig gebliebenen Zellen bestehen, und zwar so, dass durch die Aneinanderreihung der Zellen hautartige Lagen sich bilden, welche freie Körperflächen decken. Senken sich die Epithelien als auskleidende Membran in die Drüsenräume, so spricht man von Drüsenzellen. Zwischen den Epithelien und den vor- ausgegangenen Geweben könnte man einen gewissen Gegensatz

Ausläufern, nach der Fläche verästelt, in Abständen stehend und oft durch grosse Strecken von einander getrennt, mögen, wie ich jetzt für sehr wahrscheinlich halte, zufälliger Natur sein und zu den parasitischen Kanalbildungen gehören, auf deren ausgebreitetes Vorkommen in den Hartgebilden vieler Thiere man jetzt aufmerksam geworden ist. —

1) Sieh. m. Angaben hierüber im Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, z. B. S. 380 (*Julus terrestris*); S. 382 (*Phalangium*, *Lucas testudinis*). — 2) Vergl. m. Beobachtgen an *Paludina*, Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850, S. 132, 134; über *Cycas*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 62, üb. *Solen nigrus*, Histol. S. 109.

darin erblicken, dass dort die Intercellularsubstanz in vielen Fällen das Hauptconstituens des Gewebes ist, während in dem jetzt zu behandelnden die Zellen die Oberhand behalten. Der Intercellularstoff ist auf ein ganz Wenig beschränkt, gerade so viel, als eben hinreicht, die Zellen untereinander zu verkleben.

Andererseits habe ich aber bereits oben ¹⁾ zu begründen gesucht, dass zwischen Epithelien und Drüsenzellen kein eigentlicher Unterschied herrscht, ja dass es richtiger sei, alle Epithelzellen geradezu Drüsenzellen zu nennen.

Durch diese Auffassung wird aber auch der Unterschied zwischen Drüsenzellen und gewissen Zellen der Binde-Substanz, insbesondere der Cuticularbildungen sehr verringert, ja fast geradezu aufgehoben. „Die Natur hat kein System, sie ist Leben und Folge“; an die Wahrheit dieses Satzes wird sich Jeder bei systematischen Aufstellungen überhaupt, so auch hier erinnern müssen, sobald er Uebergangsbildungen in eben dem Grade berücksichtigt, wie die scharf charakterisirten Formen ²⁾.

Herkömmlich ist es auch zwischen Epithel und Epidermi zu unterscheiden. Bei jenem bleiben die Zellen weiche, kernhaltig Bläschen; bei letzterer haben sie theilweise die blasige Natur abgegeben, sind härlich geworden oder sind, nach gewöhnlichem Ausdruck, verhornt.

Arten des Epithels. Epithelien zeigen ferner Abänderungen insofern, als sie aus einer einzigen Lage von Zellen zusammengesetzt sein können, in welchem Falle man von einfachem Epithel spricht oder es häufen sich Zellenlagen übereinander, was das geschichtete Epithel giebt. Bleiben die Zellen rundlich und ändern bloss in Polygonale ab, so ist die Bezeichnung Plattenepithel gebräuchlich, wachsen die Zellen ins Kegelförmige aus, Cylinderepithel setzen sie sich endlich in Flimmerhärcchen und undulirende Membranen fort, Flimmerepithel.

Uebrigens darf man nicht ausser Acht lassen, dass in den verschiedenen Lagen der geschichteten Epithelien sehr differenten Zellenformen vorkommen können. Man beobachtet z. B. in den untersten Schichten der Epidermis (Plattenepithel) der Fische oder im Epithel der Conjunctiva der Säuger cylindrische Zellen von bedeutender Länge.

Verästelte und compresse Epithelzellen. Noch auffallender sind verästigte Zellen zwischen gewöhnlichen Epithelzellen. Ich habe zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass nicht bloss bei Wirbellosen z. B. in der Oberhaut von *Piscicola*, sondern auch bei Wirbelthieren ich sah solches bei Fischen und Reptilien (*Rana*, *Menopoma*, *Lacerta*, verästigte Pigmentfiguren im *Stratum mucosum* der Ober-

1) S. 43. — 2) Vergl. ob. S. 38, S. 31, S. 42, S. 43.

haut sich finden ¹⁾. Später hat sich herausgestellt, dass zackige und verästelte Zellen in den untersten Lagen der geschichteten Epithelien, mögen sie selbst Flimmerepithelien sein, wie z. B. von der Nasenschleimhaut der Wirbelthiere, zu den gewöhnlichen Vorkommnissen gehören und namentlich leicht durch Behandlung mit doppelt chromsaurem Kali erkannt werden. Damit verschwindet denn auch das Eigenthümliche der verzweigten Pigmentzellen am gleichen Orte.

Mit Rücksicht auf die Gestaltveränderungen der Zellen durch Abplattung sei auch bemerkt, dass die Zellen gewisser Cylinderepithelien unterhalb der Gegend, wo der Kern liegt, so comprimirt sein können, dass sie bei gewisser Einstellung in einen Faden auszulaufen scheinen. Ich habe zuerst dieses Verhalten beschrieben und abgebildet und zwar aus den unteren Epidermisschichten vom Wassersalamander ²⁾.

Flimmercilien. An den Flimmerzellen sind die sich bewegenden Härchen oder Cilien von sehr wechselnder Länge. Zu den allerfeinsten im Bereich der Wirbelthiere gehören nach meiner Erfahrung die Wimperhärchen an den äusseren Kiemen der Batrachierlarven und des Proteus. Es hält deshalb mitunter schwer, der Ciliarbewegung an den Kiemen der genannten Thiere ansichtig zu werden. Umgekehrt sind bei Wirbelthieren die dicksten Wimperhaare diejenigen, welche Ecker ³⁾ im Gehörorgan von *Petromyzon* entdeckte. Sie sind borstenähnlich und stellen eigentlich einen Bündel von Härchen vor, denn, wie der genannte Beobachter ferner gefunden, das dicke einzelne Flimmerhaar zerfällt, wenn man es nach vorhergegangener Aufbewahrung in Chromsäure mit Natron behandelt und presst, in steife Fasern. Von ähnlich zusammengesetzter Art sind auch, wie ich sehe, die grossen Cilienborsten am Kopfende der Rotatorien.

Wimperhaare von solcher Stärke sitzen gewöhnlich je ein Haar auf einer Zelle ⁴⁾ und zwar gehen jene bei *Petromyzon* nach Ecker mit gablig getheilter Wurzel hervor.

Besonders bemerkt darf vielleicht auch werden, dass die Cilien an den einzelnen Körpergegenden eines Thieres von wechselnder Länge und Stärke und selbst an einem und demselben Organ von verschiedener Art sein können. Bei *Cyclos cornea* z. B. kommen nach meiner Beobachtung auf je einer Kiemenrinne Flimmercilien von dreifacher Sorte vor: an den Seiten der Rinne sitzen die starken, hackenförmig arbeitenden Flimmerhaare, den Raum zwischen zwei solchen Reihen dicker Cilien nehmen zarte Flimmerhärchen ein und endlich der freie Rand der Kiemen ist von sehr langen und dabei zarten Cilien eingefasst ⁵⁾.

Undulirende Membranen. Wie Büschel von feinen Flimmerhärchen so zu einer Einheit verbunden sein können, dass sie als

¹⁾ Histologie. S. 97. — ²⁾ Histol. S. 39, fg. 21, C. — ³⁾ Ecker, Flimmerbewegung im Gehörorgan von *Petromyzon marinus*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1844. — ⁴⁾ Sieh. m. Angabe bezüglich *Cyclos* im Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 58. — ⁵⁾ a. a. O. S. 58; vergl. ferner bezüglich der Kiemenbewimperung m. Beobachtgen an *Lithodomus*, ibid. 1854, S. 301.

homogene Einzelborsten gesehen werden, so scheinen auch ganze Reihen von Wimperhaaren zu hautförmigen Bildungen, den sog. undulirenden Membranen zusammenzuschmelzen; wenigstens machten die von mir an den Kiemen von *Amphicora mediterranea* wahrgenommenen undulirenden Hautsäume den Eindruck, als ob sie auf verklebte Wimperhärchen zurückzuführen wären. Wenn, wie Busch¹⁾ an dem Infusorium *Trichodina* gefunden hat, am freien Rande eines häutigen, undulirenden Saumes noch Wimperhärchen eingefügt sind, so lässt sich annehmen, dass es sich entweder nur um theilweise Zusammenschmelzung oder um einzelne stärkere und deshalb weiter hervorstehende Härchen handelt.

Unbewegliche Borsten. Es giebt aber auch Epithelien, deren Zellen dadurch, dass sie stachelartig auswachsen, an Flimmerzellen erinnern, ohne jedoch Bewegungserscheinungen kund zu geben.

Die ersten hieher gehörigen Beobachtungen rühren von mir her. Bei der Untersuchung des Seitenkanales frischer Haie entdeckte ich²⁾ bei *Notidanus* (*Hexanchus*), dass die Epithelzellen in leichte, stachelartige, frei hervorstehende Fortsätze ausgehen. Dann fand ich innerhalb der Ampullen des Aales, «dass das Epithel zunächst der Nervenendigung in lange, haarähnliche Fortsätze ausgeht, gleichsam in kolossale Wimpern.» Auch hier setzte sich je eine Zelle in ein Haar fort. Verwandte Stachelzellen wies ich aus der Schnecke der Vögel und Säuger nach³⁾. Später gedenken Max Schultze⁴⁾ und Franz Schultze⁵⁾ aus den Ampullen des Gehörorgans von Rochen, Haien, Barsch und Wassersalamander im Näheren dieser langen, starren Haare. — (Sieh. auch Haut der Mollusken⁶⁾).

Epithelzellen von besonderer Form. Ich kann nicht umhin, hier an dieser Stelle an eine von mir beobachtete eigenthümliche Gestaltung von Epithelzellen zu erinnern. Das Epithel nämlich, welches die Innenhaut des Penis unserer *Lacerta agilis* überdeckt, besteht aus Zellen, von denen jede an der freien Seite in eine von der Zelle abgesetzte knopfförmige Verdickung übergeht, die selbst wieder eine Anzahl kleiner Höckerchen hat. Die Knöpfe sind schärfer conturirt als die Zellen und halten sich in Kalilauge⁷⁾.

Wimpernde Drüsenzellen. Die Epithelzellen, welche Drüsenträume auskleiden, sind meist rundlich oder cylindrisch, auch trifft man auf Flimmerzellen. Doch sind letztere an diesen Orten seltener.

Man kennt z. B. seit längerer Zeit Flimmerung in den Nierenkanälchen der Fische und Reptilien. Auch die Urnieren der Batrachier und Saurier wimpern, wovon ich mich an Larven vom Frosch und Salamander, sowie an Embryen der *Lacerta agilis* und *Anguis fragilis* überzeugt habe. Wenn ich ferner mitzuthellen hatte, dass ich auch die Epithelzellen in den Kanälen des Nebenhoden bei beschuppten Reptilien (*Lacerta agilis* und *Emys europaea*) flimmern

1) Busch, Zur Anat. d. *Trichodina*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855. — 2) Beitr. z. mikr. Anat. u. Entwickl. d. Rochen u. Haie 1852, S. 39; Histol. fg. 106. — 3) Histologie S. 270, 273, fg. 141. — 4) Max Schultze, Arch. f. Anat. u. Phys. 1858. — 5) Franz Schultze, ebendasselbst 1862. — 6) Hist. S. 106; Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, S. 268, Anmerk. — 7) Histol. S. 505, fg. 246.

sah, so steht das in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass die Nebenhoden der höheren Wirbelthiere nur umgewandelte Urnieren darstellen ¹⁾. Weiterhin habe ich wimpernde Drüsenzellen in den Zungendrüsen des *Triton igneus* gefunden, ferner in den Uterindrüsen des Schweins ²⁾. Bei Wirbellosen kenne ich z. B. bei *Cyclas* Flimmerzellen in der Leber ³⁾, dann bei der gleichen Muschel, sowie auch bei *Unio*, *Anodonta* Wimperzellen in der Niere.

Horngewebe. Wenn die Zellen des Epithels oder häufiger die der Epidermis einen sehr hohen Grad der Härtung und Abplattung erfahren, so spricht man vom Horngewebe.

Die Zellen des Horngewebes können ein so eigenthümliches, feinpunktirtes Aussehen haben, dass man an das Vorhandensein von feinen Porenkanälen der Zellenmembran gemahnt wird. Ich habe dieser Erscheinung schon an einem andern Ort gedacht ⁴⁾.

Zum Horngewebe zählen z. B. Nägel, Krallen, Klauen, Hufe, Haare, Federn und zahlreiche andere compacte Horngebilde der Wirbelthiere, wie Hörnerscheiden, Kieferscheiden etc. ⁵⁾. Doch gehört nicht alles hieher, was man bei Wirbelthieren als „Horngewebe“ bezeichnet. So habe ich z. B., was schon oben vorkam, nachgewiesen, dass die sog. Hornlage im Muskelmagen der Vögel das in Lagen erhärtete Secret der darunter befindlichen Secretionszellen, also eine Cuticularbildung ist ⁶⁾.

Hingegen ist die Krystalllinse der Wirbelthiere, wie die Entwicklungsgeschichte gelehrt hat, ein Stück umgewandelte Epidermis, wobei jede Zelle zu einer röhrligen Faser sich auszog ⁷⁾.

III. Blut und Lymphe.

Bei den höheren oder Wirbelthieren sind Blut und Lymphe, wenn auch nah verwandte, doch verschiedene Säfte; bei den meisten der niederen oder wirbellosen Thiere ist nur eine Ernährungsflüssigkeit vorhanden, welche Blut und Lymphe zugleich vorstellt.

Daher scheidet sich eigentlich auch nur bei den Wirbelthieren der Gefäßapparat deutlich in ein besonderes Blutgefäßsystem und in ein besonderes Lymphgefäßsystem. Indessen habe ich bei gewissen Anneliden ⁸⁾

¹⁾ Vergl. m. anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien, 1853, oder Histol. S. 457, S. 496. — ²⁾ Arch. f. Anat. u. Phys. 1852, S. 375. — ³⁾ ibid. 1855, S. 53; hier zuerst von Heinrich Meckel, ibid. 1846, S. 20 gesehen. — ⁴⁾ Histol. S. 310 (Hornpapillen der *Echidna* etc.); vgl. auch S. 13, Epidermiszellen von Reptilien). — ⁵⁾ Als verdickte Epidermisbildungen sind auch die weissen Knötchen zu betrachten, welche man an der Haut mancher unserer Süßwasserfische zur Laichzeit wahrnimmt. An einem *Chondrostoma toxostoma*, den ich im April vor mir hatte, waren nicht bloss am Kopf solche weissliche Höcker zu sehen, und unter ihnen manche von besonderer Grösse, sondern auch jede Schuppe hatte am Hinterrande einen Halbring kleinerer Höcker. Uebrigens bemerke ich dazu, dass auch an der weiblichen *Rana temporaria* etwas ähnliches vorkommt, indem die Oberhaut durch Vermehrung ihrer Zellen an bestimmten Punkten kleine Höcker über die Rückenfläche entwickelt. Ich habe schon vor längerer Zeit dieser Erscheinung gedacht. (Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien, S. 108.) — ⁶⁾ Histol. S. 41, fg. 23, S. 309, fg. 165. — ⁷⁾ Roch. u. Haie, S. 99. — ⁸⁾ Ztschrift f. wiss. Zool. 1849 (Aufs. üb. *Pisicola*); Ber. v. d. zoot. Anat. in Würzburg 1849, S. 17; Ztschrift f. wiss. Zool. 1851 (*Branchellion*, *Pontobdella*); Histol. S. 443.

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

längst eine ähnliche Gliederung nachgewiesen, sowie auch bezüglich der Cephalopoden ¹⁾ Beobachtungen mitgetheilt, welche für diese Gruppe dasselbe annehmen lassen, endlich auch auf die Echinodermen ²⁾ in diesem Sinne hingewiesen. Bei den übrigen Wirbellosen hingegen scheint ein Lymphsystem nicht mehr vom Blutgefässsystem abgetrennt zu sein.

Indem ich an diesem Orte nur auf das allgemeinste in der morphologischen Zusammensetzung der beiden Säfte eingehe, sei folgendes bemerkt.

Blut und Lymphe bestehen aus Zellen und Intercellularsubstanz.

Die Zellen des Blutes, sog. Blutkörperchen ³⁾ zerfallen bei Wirbelthieren in gefärbte oder röthlich gelbe und in farblose oder weisse. Die rothen sind immer glattrandig und haben entweder die Gestalt einer kreisrunden Scheibe mit gelinder mittlerer Eintiefung, oder sie haben eine ovale Scheibenform mit mittlerer wenn auch schwacher Wölbung. Der Kern der Zelle erhält sich bei den drei unteren Klassen der Wirbelthiere, während er bei den Säugern eingeht. Ebenso unterliegt die Grösse der Blutkörperchen bestimmten Abänderungen nach den einzelnen Thiergruppen.

Die farblosen oder weissen Blutkörperchen sind rein kuglige, zarte Gebilde, hell oder leicht gekörnelt, immer mit deutlichem Kern. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von andern jungen, noch indifferenten Zellen.

An die farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere schliessen sich sowohl die Blutzellen derjenigen Wirbellosen an, bei welchen eine Scheidung in Blut- und Lymphräume noch nicht vorkommt, als auch die, welche diese Trennung aufzeigen. So z. B. Hirudineen, Lumbricinen, Kiemenwürmer. Die Blutzellen, meist mit deutlicher Kern, sind vielleicht durchgängig farblos, bald hell, bald mehr oder weniger körnig; die Grundgestalt ist rundlich, dann spindelförmig ausgezackt, häufig selbst in Fortsätze ausgezogen oder verästelt.

Die Lymphkörperchen der Wirbelthiere stimmen in Grösse, Gestalt und sonstigen Merkmalen mit den weissen Blutkörperchen überein. Die letzteren sind eben nur aus den Lymphbahnen in die Blutgefässe herübergetretene Formelemente.

Auch die Lymphkörperchen jener Wirbellosen, welche gesonderte Lymphräume darbieten, sind fast stets kugelförmig granuläre Zellen, um so mehr verdient es Beachtung, dass ich bei einer Art *Enchytraeus* in der einem Lymphraum entsprechenden Leibeshöhle „sehr schöne und grosse, ovale, glattrandige Lymphkörperchen“ beobachtet habe ⁴⁾.

Ueber die Vorgänge bei der Vermehrung der Blutkörperchen durch

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 305; Histol. S. 443. — 2) a. zuletzt a. O. S. 443. — 3) Ueber die Zellennatur der Blutkörperchen vergl. die oben (S. 22) erwähnte Beobachtung Haeckel's. Eine andere Auffassung vertritt Hensen, Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. XI, S. 253. — 4) Histol. S. 451. Ich habe unterdessen diese Gebilde wiederholt vor Augen gehabt und jedesmal ist mir ihre grosse Aehnlichkeit mit den glattrandigen Blutkörperchen niederer Wirbelthiere aufgefallen.

Theilung vergleiche man meine Erfahrungen an den farbigen und weissen Blutkugeln des *Proteus*¹⁾. Und da ich schon früher²⁾ mich dahin aussprach, dass das sog. Gefässepithel ebenfalls durch Zellenvucherung die Zahl der Blutkugeln zu vergrössern oder die etwa untergegangenen ersetzen zu können scheine, so bemerke ich, dass ich bei durchsichtigen Anneliden beobachtet zu haben glaube, wie jene oben (S. 30) als zellig-blasiges Bindegewebe erwähnten und, indem sie den Leibesraum auskleiden, gewissermassen ein Epithel vorstellenden Zellen³⁾ gleichfalls durch Knospung und darauf erfolgende Ablösung Lymphkugeln entstehen lassen. — Der Bewegungserscheinungen an den Blutzellen wurde schon oben (S. 14) gedacht.

Die Intercellularsubstanz von Blut und Lymphe (*Liquor sanguinis*, *liquor lymphae*) ist bei Wirbelthieren eine helle, klare, farblose Flüssigkeit. Die rothe Farbe des Blutes beruht lediglich auf den gefärbten Blutkugeln, die einzeln zwar nur schwach röthlichgelb aussehen, aber in Menge beisammenliegend kräftig roth erscheinen.

Auch bei zahlreichen Wirbellosen ist der *Liquor sanguinis* farblos; bei andern zeigt er jedoch einen Stich ins Blaue, Gelbe, Rothe, Grüne oder Violette. Hierbei stellt sich nun gegenüber von den Wirbelthieren der wichtige Unterschied ein, dass bezeichnete Blutfarben allzeit von einem dem *Liquor sanguinis* beigegebenen Farbstoff herrühren und nicht wie dort von der Färbung der Blutzellen.

Am intensivsten sehen wir das Blut bei gewissen Hirudineen, Lumbricinen und Kiemenwürmern gefärbt; doch auch bei manchen Insecten nimmt sich das Blut stark gelb oder gelbroth aus. So weiss man längst, dass die Larven der Dipterengattung *Chironomus* rothes Blut besitzen; ich habe gezeigt, dass der bei einigen Käfergattungen z. B. *Coccinella*, *Timarcha*, *Meloe* aus den Gelenken vorquellende, stark gelb oder roth gefärbte Saft, den man bisher für ein Drüsensecret hielt, das Blut dieser Thiere sei⁴⁾.

Quatrefages hat nachgewiesen, dass bei verschiedenen rothblütigen Anneliden des Meers das Blut vollkommen roth sei, wenn man es in Masse sähe, dass es aber gelb-grünlich sich ausnehme in dünner Schicht⁵⁾. Ohne von dieser Mittheilung früher Kenntniss zu haben, bemerke ich seit längerer Zeit dasselbe an unserem *Lumbriculus variegatus*, bei Untersuchung des ganzen lebenden Thieres. Das in den Hauptgefässen intensiv gelbrothe Blut nimmt in peripherischen Gefässen, namentlich wenn diese unter dem Druck des Deckglases etwas platt werden, einen unverkennbar grünlichen Ton an.

Die Globulinkrystalle, welche bei Wirbelthieren sowohl, als auch bei Wirbellosen im Blut anschliessen, habe ich und zwar bei Anneliden nicht bloss zuerst gesehen, sondern auch die ersten Mittheilungen darüber veröffentlicht⁶⁾. Bei meinen gegenwärtigen

1) a. a. O. S. 449. — 2) a. a. O. S. 446. — 3) Sieh. auch Tafeln z. vergl. Anat. Taf. IV, fig. 6, d (*Lumbriculus variegatus*). — 4) Sieh. Ausführliches Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, S. 45, S. 72. — 5) Quatrefages, Ann. d. scienc. nat. 2. Ser. tom. V. Vergl. auch Milne Edwards, Leçons sur la physiol. etc. Tom. I, p. 105. — 6) Vergl. Hist. S. 446, S. 452. Ueb. Blutkrystalle im Magen von *Isodon* Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 446.

Untersuchungen bin ich ferner auch bei Insecten auf Blutkrystalle gestossen. (S. unten „Färbungen des Nervensystems.“)

Noch möchte ich nicht unerwähnt lassen, dass der *Liquor sanguinis* bei zahlreichen im Wasser oder wenigstens im Feuchten lebenden Wirbellosen nicht ganz Intercellularsubstanz in dem bisherigen Sinne ist. Die Blutflüssigkeit ist nicht reines Abscheidungsproduct der Zelle, sie besteht vielmehr einem guten Theil nach aus dem Wasser, welches direct von aussen aufgenommen, sich dem Blut beigemischt hat.

Die Aufnahme von Wasser ins Innere des Körpers haben schon in früherer Zeit delle Chiaje von Weichthieren des Meers, v. Bär an *Unio* und *Anodonta* gezeigt; aber es war zweifelhaft, ob das Wasser in ein besonderes Wassergefässsystem oder ins Blutgefässsystem eindringe. Ich habe an *Cyclas*¹⁾ nicht bloss die Hautkanäle nachgewiesen, durch welche das Wasser von aussen nach innen dringt, sondern auch dargethan, dass das Wasser wirklich in die Bluträume und nicht in ein davon verschiedenes Kanalsystem geführt werde. Früher schon hatte ich eine Vermischung des Blutes mit von aussen eingedringenem Wasser an *Paludina*²⁾ im Näheren erörtert. Für die Würmer und Rotatorien suchte ich das gleiche wahrscheinlich zu machen, sowie auch die Ansicht, dass das durch die Hautkanäle eingesickerte Wasser, nachdem es dem Blute beigemengt gewesen und den Körper durchkreist hat, bei den Würmern und Rotatorien durch die sog. schleifenförmigen Organe, bei den Weichthieren durch die Nieren, unter Abscheidung des Harns, sich wieder nach aussen entleere³⁾. Ich habe unterdessen auch Beobachtungen an Landschnecken gemacht, die mir dies bestätigten. Thiere (*Limax agrestis*) welche auf nassen Steinen herumkrochen, hatten soviel Wasser in ihrer Leibeshöhle aufgenommen, dass sie davon ganz prall erfüllt waren und was sonst ja nie bei diesen Thieren der Fall ist, die Eingeweide deutlich durchschimmerten, am Schild sogar die Umrisse des Kalkschälchens klar erkennbar waren. In dem Augenblick aber, als ich die langsam einherkriechenden Thiere berührte, floss durch die Contraction des Körpers in Menge ein helles Fluidum von ihnen ab, worauf die Thiere ihr gewöhnliches Aussehen erhielten. So oft ich nun auch das Experiment wiederholte, immer hatte ich den Eindruck, dass das Wasser durch die Nierenöffnung nach aussen abfiesse.

IV. Muskelgewebe.

Wir haben als Grundsatz aufgestellt, dass sehr vielen, vielleicht allen thierischen Zellen, ein gewisser Grad von Contractilität, oder das Vermögen sich auf Reize zusammenzuziehen, zukommt; aber das Muskelgewebe ist es, an welchem diese Erscheinung zu einer besonders ausgesprochenen wird. Nur der Muskel zeigt eine „ruckende“ Bewegung.

Contractile Substanz, Sarcode. Die contractile Materie ist Zellsubstanz oder Protoplasma, und wenn sich später herausstellen sollte, dass denn doch nicht alle Amöben Entwicklungsformen niederer

¹⁾ Arch. f. Anat. u. Phys. 1855 — 2) Bechert f. wiss. Zool. Bd. II. S. 175. — 3) Histol. S. 384, 442.

Pflanzen, sondern zum Theil wirkliche, selbständige Thiere sind, so wäre ein solcher einzelliger Organismus im Hinblick auf sein contractiles Protoplasma einfach der embryonalen Muskelzelle, in welcher das Protoplasma sich noch nicht weiter differenziert hat, sondern bloß eine homogene oder körnige Substanz ist, zu vergleichen.

Für diese nicht weiter gesonderte contractile Substanz oder belebte Gallerte lässt sich die Bezeichnung *Sarcode* beibehalten, aber in dem Sinne, dass dieselbe Zellsubstanz sei. Als Dujardin den Ausdruck *Sarcode* einführte, war man einige Zeit der Ansicht, die *Sarcode* habe nichts mit Zellen zu thun, sei vielmehr als „un-geformte, contractile Substanz“ den Muskeln als der „geformten contractilen Substanz“ gegenüber zu stellen.

Es lässt sich aber behaupten, dass *Sarcode* und *Muskelsubstanz* keinen Gegensatz zu einander bilden, vielmehr die *Sarcode* *Muskelsubstanz* in ihren Anfängen vorstellt, man könnte sagen, unreife *Muskelsubstanz* sei.

Man hatte eine *Sarcode* (nach der Anschauung des genannten französischen Forschers) unseren Süßwasserpolyphen, Rotatorien und zarten Arthropodenlarven zugeschrieben, und als von mir bezüglich dieser Gruppen die Unhaltbarkeit der neuen Lehre nachgewiesen war, so wollte man wenigstens die Organisationsverhältnisse der Infusorien als Stütze für die *Sarcode*-theorie aufrufen. Allein auch bezüglich dieser Thiere gab ich Anhaltspunkte, dass die *Sarcode* aus Einheiten herkomme, welche den Zellen äquivalent sind, eine Anschauung, die jetzt auch von mehreren neuern Beobachtern getheilt wird. (Sieh. ob. S. 17.)

Kuglig bleibende Muskelzellen. Kehren wir zurück zur ursprünglichen Muskelzelle, so ist zu bemerken, dass es nur wenige Thiere giebt, bei denen bleibend die Muskelzellen den ursprünglichen kugligen Charakter beibehalten. Dies ist, wie ich nachgewiesen¹⁾, der Fall z. B. bei unseren Süßwasserpolyphen (*Hydra*). Hier hat ausserdem die Zellsubstanz (Protoplasma) an ihrer Peripherie eine festere Schicht oder Membran entwickelt und indem diese an ihren gegenseitigen Begrenzungsflächen mit einander verschmolzen sind, bilden sie durch dieses Verwachsensein ein Fachwerk, dessen von einander abgeschiedenen Räume von der contractilen Zellsubstanz erfüllt werden. Sieht man auf die Bewegungserscheinungen des Thieres, so wollte es mir schon früher nach Beobachtungen am lebenden unverletzten Thier vorkommen, — und ich habe diese Ansicht jetzt noch, — als ob sich Zellenmembran und Zellsubstanz (Protoplasma, *Sarcode*) in ihrer Thätigkeit einander gegenüberstehen. Die Zellenmembran und das daraus hervorgegangene Fachwerk scheint lediglich elastische Kräfte zu besitzen; somit mag das Ausgestrecktwerden des Thieres von dem Netzwerk abhängen, während die Zusammenziehungen das Ergebniss der Zellsubstanz sind.

1) Einige Bemerkgen üb. d. Bau d. Hydren, Archiv f. Anat. u. Phys. 1854, S. 270.

Zur Faser gewordene Muskelzellen. Das contractile Gewebe der Hydren kann annähernd dem embryonalen Muskelgewebe anderer Thiere verglichen werden. Von hier ab besteht das Muskelgewebe der Thierwelt aus Zellen, welche immer entweder zu einfachen oder verästigten, wenn auch oft sehr kurzen, jedenfalls selbständigen, Fasern ausgewachsen sind, oder aus Zellen, welche ihre Selbständigkeit verloren und ihre Zellennatur ganz eingebüsst haben.

Unter diesem Gesichtspunkt entwickeln sich von gemeinsamer Wurzel, den Embryonalzellen aus, zwei Reihen des Muskelgewebes:

1) Muskeln, welche aus Faserzellen bestehen. Dahin gehören die Muskeln der Coelenteraten, Echinodermen, Würmer und Weichthiere, ferner die sog. glatten Muskel der Wirbelthiere und die Herzmusculatur der Amphibien und Fische.

2) Muskeln, bei welchen die Zellen zu einer neuen Einheit verschmolzen sind, die man herkömmlich Primitivbündel nennt. Da hier die Selbständigkeit der Zellen untergegangen ist, so wird zur Abgrenzung einer solchen Gruppe verschmolzener Muskelzellen eine besondere Scheide nöthig, es tritt das Sarcolemma auf. Hieher zählen die Muskeln der Arthropoden, die Stammmuskeln aller Wirbelthiere, bei höheren Wirbelthieren auch die Herzmusculatur.

Ich habe schon längst, indem ich meine über die Muskelstructur gewonnenen Einzelbeobachtungen zu einem Resultate formulirte, das Muskelgewebe in der eben bezeichneten Weise gespalten.

So hob ich hervor, dass die Muskelzelle entweder einfach in die Länge wächst, oder auch sich verästelt. Ferner machte ich ¹⁾ bemerkl. dass bei verschiedenen Wirbellosen die Muskelzellen zu einer langen Faser auswachsen können, und wies unter Anderem auf die Schnecken hin, wo ich schon bei *Paludina* gesehen zu haben glaubte, dass diese Fasern sogar nach der ganzen Länge des Fusses sich erstrecken. Indem ich für solche Fasern nicht immer die Bezeichnung «Muskelzelle», sondern häufiger das Wort «Muskelcylinder» gebrauchte, erklärte ich doch ausdrücklich, dass mir die beiden Benennungen identisch seien, und um noch etwaige Zweifel zu zerstreuen, so gab ich Abbildungen solcher Muskelcylinder, die klärt. zeigen, dass dieser Ausdruck für mich eine in die Länge gewachsene einzige Zelle bedeutet ²⁾. Zum Ueberfluss sage ich noch wörtlich: «Eine Muskelfaser (also Muskelcylinder) entspricht einer einzigen verlängerten Zelle» ³⁾. Ich darf mir um so eher erlauben, dieses Alles zu wiederholen, als es Andern gefällt, davon Umgang zu nehmen.

Zweitens habe ich da und dort, dann ganz besonders unter der Aufschrift: «Muskelfaser», und später «Vereinigung der Muskelcylinder zu grösseren Massen» erörtert, dass die sog. Primitivbündel aus einer Aggregation der primitiven Cylinder entstehen, eine Anzahl derselben verschmelzen zu einer «neuen histologischen Einheit» und werde dann von einer binde-

1) Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. I. (1850), S. 152. Histol. S. 44, S. 46. — 2) a. a. O. S. 43, fig. 24 D (die Hälfte einer solchen Muskelzelle einer Schnecke, nach oben der Kern deutlich), E verästelte Muskelzelle; S. 134 fig. 68 A von *Nais* (vollständige Faserzelle), B, C, D Theile solcher Zellen. Sieh. auch S. 432. — 3) a. a. O. S. 136. Die näheren Mittheilungen über die Structur der Primitivbündel hatte ich bereits 1852 in m. Beitr. z. mikr. Anat. etc. der Rochen u. Haie S. 75 gegeben. Vergl. auch m. hist. anat. Unters. üb. Fische u. Rept. 1853, S. 114.

gewebigen Scheide, dem Sarcolemma umschlossen ¹⁾). Gegenüber der Ansicht, dass ein Primitivbündel aus einer einzigen Zelle entstehe, war demnach für mich der Primitivbündel eine Gruppe von zusammenschmelzenden Muskelzellen, also ein aus vielen Zellen hervorgegangenes Gebilde.

In jüngster Zeit hat auch Weismann ²⁾ in mehreren trefflichen Arbeiten die Muskeln, welche aus Faserzellen sich zusammensetzen, zu denen, welche aus Primitivbündeln bestehen, nach ihrer Genese in einen scharfen Gegensatz gebracht; es steht aber dieser Beobachter trotz des scheinbaren Einklangs mit meiner Auffassung doch in einem wesentlichen Widerspruche zu mir, wesshalb ich darauf besonders hinweisen will.

Zunächst hat unser Autor gezeigt, dass die Muskelbalken des Ventrikels und der Vorhöfe bei Fischen und Reptilien denselben Bau haben, den ich zuerst an einem andern Herztheil, dem Arterienstiel gewisser Batrachier und Fische (Landsalamander, Olm, Selachier) nachgewiesen ³⁾. Sie bestehen aus einfach verlängerten Zellen mit quergestreiftem Inhalt. Auch von der sog. Carotidendrüse der Batrachier hatte ich gefunden, dass das Maschen- und Balkenwerk derselben aus eben solchen Elementen zusammengesetzt sei ⁴⁾.

Bei höheren Wirbelthieren, den Vögeln und Säugern, bestehen nach Weismann die Balken nicht mehr aus isolirbaren Zellen, sondern diese sind vollständig zu Primitivbündeln verschmolzen.

Das bisherige lässt sich mit meinen früheren Angaben gut vereinigen. Aber während ich bereits ⁵⁾ nach meinen Studien an frischen Selachiern, namentlich der Muskel von *Scymnus lichia* und *Hexanchus griseus*, sowie einheimischer Süßwasserfische, endlich durch weitere vergleichend histologische Untersuchungen von Hirudineen und Mollusken zu dem Resultat gelangt war, dass das, was man einen quergestreiften Primitivbündel nennt, durchweg aus einer Verschmelzung von «Zellenreihen» entstanden sei, so will genannter Forscher dies für die Stammuskeln der Wirbelthiere nicht zugeben, hier sollen vielmehr, also entgegen der Herzmusculatur, die Primitivbündel aus einer einzigen Zelle ihren Ursprung nehmen.

Diese Ansicht ist um so auffallender, als derselbe Schriftsteller von den Primitivbündeln der Arthropoden darthut, dass sie nicht durch Auswachsen einer Zelle entstanden, sondern zusammengesetzte Bildungen seien, hervorgegangen aus vielen Zellen. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass ein so sorgfältiger Beobachter, wie Weismann, bei Wiederaufnahme der Untersuchung, ebenfalls finden wird, dass der Modus der Muskelgenese bei Arthropoden auch seine Geltung für die Wirbelthiere hat.

Matrix der Primitivbündel. Jetzt aber möchte ich, indem ich eigene und fremde Beobachtungen zusammenfasse, auf einen andern Umstand hinweisen, von dem aus die Structur der Primitivbündel eine, wie mir scheint, neue Beleuchtung erhält.

Ich habe schon lange und zwar zuerst bei *Argulus* ⁶⁾ aufmerksam gemacht und auch abgebildet, dass unter dem Sarcolemma, zwischen diesem und der quergestreiften Substanz, eine feinkörnige Masse sich befinde, in welcher zahlreiche bläschenförmige Kerne eingebettet seien. Die gleiche Erscheinung fiel mir an Muskeln der Wirbel-

1) a. a. O. S. 186. — 2) Weismann, üb. d. zwei Typen contractilen Gewebes etc. Zeitschrift für rationelle Medizin, 3. Reihe, Bd. XV. Über d. Musculatur des Herzens beim Menschen etc., Arch. f. Anat. u. Phys. 1861. — 3) Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien 1859, S. 53 u. Histol. fg. 26, A. — 4) a. a. O. S. 55; Hist. S. 417. — 5) Roehen u. Hale S. 76, 77, 78. — 6) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850, S. 5, Taf. XX, fg. 5 (oder dies. Figur Histol. fg. 49 C.). Vergl. auch Zeitschrift etc. 1861, Taf. VIII, fg. 12 (*Artemia*).

thiere ¹⁾ auf, und zuletzt hatte ich bei den Daphniden ²⁾ zu bemerken, dass diesem Bau eine allgemeinere Bedeutung zukommt.

Obschon ich nun dazumal die Beziehungen fraglicher Schicht nicht weiter zu bestimmen vermochte, so war es doch schon ein richtiger Vergleich, dass ich diese, aus Molecularsubstanz und eingebetteten Kernen bestehende Lage unterhalb des Sarcolemma, in eine Reihe zusammenstellte mit der krümeligen und ebenfalls Nuclei zeigenden Zwischenmasse, welche in den Thoraxmuskeln der Insecten die Fibrillen in reicher Menge umgiebt; wobei ich nur auf den Unterschied hinwies, dass hier die Kügelchen der Molecularsubstanz grösser seien, als jene der zunächst unterhalb des Sarcolemma's liegenden Schicht. Diese weiche, feinkörnige Masse, welche die Thoraxmuskeln vieler Insecten so sehr auszeichnet, betrachtete ich übrigens als eine, nicht hautartig consolidirte, Bindesubstanz und brachte damit zusammen, dass die quergestreiften Cylinder hier sehr leicht in feinere Säulen auseinander fallen können ³⁾.

Bleiben wir zunächst bei der fein granulären, deutliche Nuclei enthaltenden, Schicht stehen, welche unter dem Sarcolemma gewöhnlicher Primitivbündel sich hinzieht. Ich glaube den Schlüssel zu ihrer Bedeutung jetzt gefunden zu haben und zwar auf dem Wege, als ich die Nerven der Insecten studirte. Dort entdeckte ich unter dem hellen, homogenen Neurilemm eine feine granuläre Schicht, in der Nuclei liegen. Die Schicht gehört der Innenfläche des Neurilemms an und bleibt auch an ihr haften, nachdem die fibrilläre Nervensubstanz etwa durch Reagentien sich vom Neurilemm weggezogen hat ⁴⁾. Das Bild ist das gleiche, wie dasjenige von der Cuticula der äusseren Haut und ihrer Matrix an einem hellen durchsichtigen Arthropoden, und es lässt sich schwerlich etwas dageger einwenden, wenn ich behaupte, dass die aus glasheller Haut bestehende Neurilemmhülle das Abscheidungsproduct der unter ihr gelegenen granulären, mit Nuclei versehenen, Schicht ebenso ist, wie die Cuticula der äusseren Haut aus der unter ihr gelegenen Matrix hervorgeht. (S. 44.)

Dass mit dieser Wahrnehmung aber auch sofort ein unerwartete Licht über das Sarcolemma des Muskels sich verbreitet, wird jede Kundige zugestehen.

Das homogene, glashelle Sarcolemma ist von jeher mit den gleichbeschaffenen Neurilemma der Insecten zusammengestellt worden

1) Beitr. z. Anat. etc. der Rochen u. Haie S. 28, Taf. I, fg. 12; Histol. fg. 71. — 2) Naturgesch. d. Daphniden S. 32. Wenn ich dabei zu bemerken hatte, dass häufig erst am absterbenden Muskel die körnige Lage sichtbar wird, so erkläre ich mir dies jetzt so, dass in völlig lebensfähigen Muskel gedachte Schicht die Natur einer gleichmässig glashellen Substanz besitzen mag. — 3) Histol. S. 138. — 4) Näheres s. unten, wo von der Structur des Nervensyst. d. Arthrop. die Rede ist. Oder m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VII, fg. 1, a, b; Taf. IX, fg. 1, f, g.

Findet sich nun unterhalb des Sarcolemma's eine eben solche feingranuläre Lage mit Kernen, so ist erlaubt, zu schliessen, dass auch sie Matrix einer homogenen Haut sei und somit rückt das Sarcolemma ebenfalls in die Gruppe der Cuticularbildungen.

Muskelkerne. Es wird dann ferner die Bedeutung der Kerne klar, welche man von den Muskeln des Menschen und der Säugethiere längst als Kerne des Sarcolemma's kennt. Dass dieselben an der Innenseite dieser Haut liegen, nicht in der Substanz derselben, davon haben sich wohl alle neueren Beobachter überzeugt.

Nach meiner jetzigen Auffassung müssen sie für die Kerne der Matrix des Sarcolemma erklärt werden. Während aber in den oben von mir namhaft gemachten Fällen, um die Kerne herum, noch eine reiche Menge des zusammengefloßenen Protoplasma zugegen ist, so ist an den Muskeln der höheren Wirbelthiere das Protoplasma, wenigstens in Form einer zusammenhängenden körnigen Substanz, meistens fast ganz geschwunden; man sieht nur um die in Abständen stehenden Nuclei höchstens noch einen schwachen Hof körniger Zellsubstanz.

Ich habe oben die granuläre mit Kernen versehene Substanz, welche ich jetzt als Matrix des Sarcolemma's in Anspruch nehme, der Zwischensubstanz verglichen, die zuerst Henle als zwischen den Fibrillen befindlich erwähnt und die in so ungewöhnlicher Menge in den Thoraxmuskeln mancher Insecten beobachtet wird.

Dass dieser Vergleich ein völlig zulässiger sei, ergibt sich auch aus der Darstellung Weismann's über die Entstehung der Primitivbündel der Arthropoden. Dort ist die erste Anlage eines Primitivbündels eine cylindrisch geformte Zellenmasse. Das Protoplasma dieser Zellen verschmilzt zu einer fein granulirten Substanz, in welcher die Kerne zurückbleiben. Durch Umwandlung dieser Grundsubstanz bildet sich die eigentliche quergestreifte contractile Materie, aber zwischen den entstandenen Abtheilungen der letzteren erhält sich noch ein Theil der feinkörnigen Grundmasse. Indem nun auch genannter Forscher das homogene Sarcolemma schon um die Zeit sah, wo der Primitivbündel lediglich aus Zellen bestand, so kann am fertigen Bündel die granuläre Substanz unter dem Sarcolemma, sowie die gleiche Masse zwischen den Fibrillen nur zusammengehören und eins und dasselbe sein.

Auch Schultze¹⁾, obschon er den Primitivbündel aus einer einzigen Zelle entstehen lässt, führt doch auch die fragliche Zwischensubstanz auf das Protoplasma der embryonalen Muskelzellen zurück; sie ist ihm ein Rest des unveränderten Protoplasma, nachdem die Hauptmasse sich in Fibrillensubstanz metamorphosirt hat.

Nach meinem Dafürhalten ist nicht bloss die granuläre Schicht unter dem Sarcolemma mit dem Ausdruck Matrix zu bezeichnen, sondern auch im recht eigentlichsten Sinn darf auf die zwischen den Fibrillen unverändert zurückgebliebene Materie, das Protoplasma der ursprünglichen Zellen, dieser Name angewendet werden. In dieser Substanz scheint auch im fertigen

¹⁾ Max Schultze, *üb. Muskelkörperchen u. das, was man eine Zelle zu nennen habe*, Archiv f. Anat. u. Phys. 1861.

Muskel eine fortwährende Umbildung und Neubildung der querstreifigen contractilen Substanz statt zu finden.

Auf diese Art lässt sich vielleicht die jedem erfahrenen Histologen bekannte Thatsache erklären, dass oft die Bündel eines und desselben Muskels bald den exquisit quer- und längsstreifigen Charakter haben, ein andermal nur längsstreifig sind, ein drittesmal nur bloß granulär ohne Spur von Längs- und Querstreifung; häufig kommt hiezu eine grössere oder geringere Menge von Fetttropfchen.

Auf die Kerne dieser Matrix der Muskelsubstanz habe ich jetzt noch einmal zurückzukommen.

Oben wurde nur jener Kerne gedacht, welche am Primitivbündel peripherisch sich finden, d. h. dicht unter dem Sarcolemma. Aber auch durch die ganze Dicke des Bündels sind sie vorhanden und zwar entweder zerstreut, oder sie bilden förmliche Reihen oder Säulen, so dicht, dass man, wie ich mich früher ¹⁾ darüber ausdrückte, an die Markzellen des menschlichen Haares erinnert wird. Ich habe solche Kernreihen von Arthropoden abgebildet und jüngst hat namentlich Weismann ²⁾ sie auch beim Frosch sehr häufig aufgefunden.

Zunächst um die zerstreut zwischen den Fibrillen liegende Kerne herum, aber auch um die säulenförmig geordneten Kernreihen zeigt sich das Protoplasma oder Matrix in grösserer Anhäufung und zwar um die zerstreut liegenden Kerne am ehesten als spindelförmige Anhäufung. Einige Beobachter wenden auf solche von Protoplasma-Resten umgebene Kerne den Ausdruck „Muskelkörperchen“ an.

Lückensystem im Primitivbündel. Dass der Muskelprimitivbündel von zusammengesetzter Natur ist, erhellt schon aus dem Vorgetragenen zur Genüge. Es kommt aber zur weiteren Structur noch ein feines Lückensystem hinzu, welches von mir zuerst aufgefunden wurde ³⁾. Dasselbe durchzieht die quergestreifte Substanz des Bündels nach der Länge und erinnert in seinem optischen Aussehen lebhaft an die sog. Bindegewebskörperchen einer Sehne.

Meine neue Beobachtung hat zum Theil zu seltsamen Missverständnissen Veranlassung gegeben, namentlich von Seite Welker's ⁴⁾, auch Kölliker ⁵⁾ meint behaupten zu können, dass das von mir „beschriebene Lückensystem nicht existirt.“ Ich lasse das gut sein.

Man sieht dieses, unterdessen von Rollett, Häckel, Brücke, Meuschlitz u. A. bestätigte Lückensystem sowohl an Querschnitten erhärteter Muskeln, als auch ebenso gut an frischen Primitivbündeln der Wirbelthiere wie der Arthropoden. Doch ist es bei der einen Thierart deutlicher als bei einer andern. Ich habe mitgetheilt, dass es z. B. bei den Cyclopide

1) Zum feineren Bau der Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 396. — 2) Weismann, üb. d. Wachsen der quergestreiften Muskeln. Zeitschrift f. rationelle Medizin. 3. Bd. X. — 3) Archiv f. Anat. u. Phys. 1856, S. 156. — 4) Zeitschrift f. rationelle Medizin. Bd. VII. — 5) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VIII.

ausserordentlich klar hervortritt, während es bei den Daphniden, obschon ebenfalls nicht fehlend, doch schwieriger gesehen wird ¹⁾).

Auf dem künstlichen; wie auf dem natürlichen Querschnitt erscheinen die Lücken als rundliche oder feinzackige, lichte Figuren; von der Oberfläche des Bündels aus gesehen gewähren sie das Aussehen feiner, einfach spindelförmiger oder sternförmig ausgezogener, Hohlräume ²⁾).

Von meiner Ansicht über die Beziehung des Lückensystems zur fibrillären Substanz abzugehen, habe ich bisher keinen Grund gefunden. Ich halte jetzt noch dafür, dass durch die Lücken, indem sie unmittelbar von den fibrillären Längsabtheilungen des Bündels begrenzt werden, auf die ursprüngliche Entstehung oder Zusammensetzung des Bündels aus Primitivcylindern zurückgewiesen wird.

Einen neuen Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung erblicke ich im Schliessmuskel der Schale bei Muscheln. Ich habe längst ³⁾ ausgesprochen, dass eine «Muskelröhre» oder, wie man jetzt sagen wird, Muskelzelle der Mollusken derjenigen Längsabtheilung des quergestreiften Primitivbündels gleichkommt, welche ich Primitivcylinder nenne. Ist dies der Fall, so wird man auch an dem Muskel eines Weichthieres zwischen den Muskelzellen die Hohlräume erwarten dürfen. Nun habe ich schon an einem andern Orte ⁴⁾ auf ein ausserst günstiges und überall leicht sich darbietendes Object hingewiesen, auf die Embryonen von *Cyclas*. Die lebenden Thierchen sind durchsichtig genug, um mikroskopisch ohne weiteres besehen zu werden und wenn man hier den Focus auf den Ansatzpunkt oder den Querschnitt der unter diesen Umständen ganz unbehelligten und unveränderten Schalenmuskeln einstellt, erblickt das Auge ein scharfes Bild von verzweigten Hohlräumen und was eben hier zweifellos ist, die Lücken befinden sich zwischen den Primitivcylindern (Muskelzellen) des Schliessmuskels.

Ich habe von Anfang an die Hohlräume den verzweigten Bindegewebskörpern verglichen und dass die Gebilde eine solche Tracht haben, wird Jeder, dem sie aus eigener Anschauung bekannt sind, zugestehen. Dass sie aber eine besondere Membran besässen, habe ich niemals wahrgenommen, daher ihre Gesamtheit auch immer als «Lückensystem innerhalb der contractilen Substanz» bezeichnet.

Böttcher ⁵⁾ und C. O. Weber ⁶⁾ wollen hingegen mit deutlichen Wänden versehene und durch Ausläufer anastomosirende Zellen beobachtet haben. Wohl sah ich schon früher Kerne in den spindelförmigen Lücken, sowie ich ferner beobachtete, dass der Inhalt der Lücken nicht immer wasserklar erschien, sondern auch körnig getrübt, wie die Matrix zwischen der fibrillären Substanz, endlich konnten auch die Lücken mit mehr oder weniger Fetttropfchen gefüllt sein. Durch diese Uebergangsformen nähern sich die Lücken den Bildungen, welche oben «Muskelkörperchen» genannt wurden und sie mögen sich auch zu diesen ganz analog verhalten, wie ein fertiges Bindegewebskörperchen einer Sehne zu der ursprünglichen Bindegewebszelle; hier wie dort kann Kern und körniges Protoplasma so schwinden, dass eine Lücke daraus geworden ist, in der Sehne begrenzt von der streifigen Intercellularsubstanz, im Muskel von den fibrillären Längsabtheilungen der contractilen Materie.

Die quergestreiften Primitivbündel sind von sehr verschiedener

¹⁾ Naturgeschichte d. Daphniden S. 32. Sehr bequem kann man auch, wie ich noch gelegentlich anmerken möchte, an durchsichtigen Dipterenlarven, also am lebenden, nicht im geringsten alterirten Muskel aufs deutlichste diese hellen, spindelförmigen und leicht gezackten Lücken sehen. Sie erscheinen auch hier als Abgrenzungen zwischen den Längsabtheilungen des „Primitivbündels“. — ²⁾ Histol. fg. 26, B, C. — ³⁾ Roehen u. Haie S. 77. — ⁴⁾ Naturgesch. d. Daphniden S. 32. — ⁵⁾ Im Archiv f. pathol. Anat. Bd. 13, 1858. — ⁶⁾ Ebendasselbst Bd. 20. 1860.

Dicke, nicht bloss bei verschiedenen Thieren, sondern auch innerhalb gewisser Muskelgruppen. So sind z. B. bei Wirbelthieren, sehe es so bei Säugern, Vögeln, Reptilien und Fischen, die Primitivbündel der Augenmuskeln schmäler als die Muskeln des Stammes. Auf Primitivbündel sehr zusammengesetzter Art habe ich bei Spinnen aufmerksam gemacht. Auch die Musculatur unter der Seitenlinie vieler Fische möchte hier anziehen sein.

Eine Frage von Belang scheint mir noch die zu sein, ob nicht Uebergangsformen zwischen den zwei oben aufgestellten Typen der Muskeln giebt. Wenn solche existiren, und es ist dies wahrscheinlich, so wird man sie unter den ganz schmalen „Primitivbündeln“ zu suchen haben.

Einfache und quergestreifte Muskelsubstanz. Eine besondere Erörterung scheint mir weiterhin die morphologische Natur der contractilen Materie zu verdienen. Es wurde schon vorgebracht, dass dieselbe Zellsubstanz oder Protoplasma sei und zwar in vielen Fällen von gleichartiger, homogener Beschaffenheit bleibe. Man hat solche Muskeln, deren contractile Materie nicht weiter differenziert erscheint, auch wohl glatte oder einfache Muskeln genannt.

Der nächste Schritt zu einer weiteren Differenzierung besteht darin, dass eine Scheidung in eine helle Rinden- und körnige Marksubstanz auftritt, wie ich seiner Zeit zuerst von Hirudineen, später von den verschiedensten Thieren gezeigt. Ebenso habe ich wiederholt hervorgehoben, dass eine solche Scheidung in Mark und Rinde gerne mit der Dicke der Faser Hand in Hand geht. In einem und demselben Thier können die feinen Primitivcylinder homogen sein, während in allmählicher Fortbildung die dicken im Gegensatz von Rinde und Mark entstehen lassen.

Eine höhere Stufe der Sonderung erreichen die Muskeln, wenn die einfach homogene Faser oder die in Rinde und Mark geschiedene Faser aus dem rein Homogenen und rein Körnigen in Zustände übertritt, welche der Faser eine bestimmte Quer- oder Längszeichnung aufdrücken.

Eine Sonderung nach der Länge zeigen z. B. die Muskeln der Nematoden¹⁾. Die bandartig platten Muskeln sind deutlich in eine helle Rinden- und in eine körnige Achsensubstanz differenzirt, und die Rindensubstanz wird nach ihrer ganzen Dicke in fibrilläre Längsabtheilungen geschieden. Bei Hirudineen mag da und d

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 397. — 2) Ztschrift f. wiss. Zool. 1849, S. 107 (Hirudineen); ibid. Bd. II, S. 191: *Paludina*, *Helix*, *Carocolla*, *Butimus*; ibid. Bd. III, S. 527 (*Planorbis*); Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 50 (*Cycolus*); Histol. S. 141 (*Alcyonella*, *Plumetia*). Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 303 (*Sepiola*, *Loligo*); ibid. 1852, S. 509 (*Synapta*); Arch. Naturgesch. 1853, S. 221 (Bandwurm); Ztschrift f. wiss. Zool. 1854 u. Arch. f. Anat. u. Phys. 1857, S. 407 (Räderthiere); ibid. 1854, S. 288 (Turbellarien). — 3) Vergl. m. Aufsatz: Das Nervensystem der Nematoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1861, S. 609; Schneider, Musculi u. Nerven der Nematoden, ibid. 1860. Weismann, Ztschrift f. rat. Med. 3. B. Bd. XV.

Aehnliches vorkommen, wenigstens existiren Angaben, denen zufolge hier die Rindensubstanz aus glatten, durchsichtigen Fäden bestehe. Bezüglich der Marksubstanz habe ich selbst mitgetheilt, dass die Körnchen derselben nicht nur in Längsreihen liegen können, sondern auch am abgerissenen Muskel die Längsreihen als Fasern vorstehen. Sonderungen nach der Quere und zwar in Form keilartiger Stücke, die dicht ineinander geschoben sind, wodurch schon eine Annäherung an das Bild echt quergestreifter Muskeln erwächst, habe ich z. B. von *Holothuria*, *Echinus* ¹⁾ beschrieben. Beim Seeigel kamen Muskelcylinder zur Beobachtung, die zunächst der Hülle aus den keilförmigen Stücken bestanden, während sie in ihrer Achse ein Bündel sehr feiner blasser Fasern einschlossen. Also hier Sonderung nach der Quere und Länge zusammen. In andern Cylindern war Rinde und Mark aus solchen Fibrillen zusammengesetzt.

Eine Art Querstreifung entsteht ferner dadurch, dass die Körnchen der Muskelfaser sich in regelmässige Querreihen ordnen. Ich habe dies zuerst von der Musculatur des Schlundkopfes von *Paludina* und *Helix* ²⁾ gezeigt, wo die Körnchen der Marksubstanz dergestalt in Querreihen gelagert sind, dass sie echt quergestreiften Muskeln höherer Thiere täuschend ähnlich werden. Später gedachte ich der gleichen Erscheinung von den Muskeln des Schlundkopfes der Cephalopoden ³⁾. Schon in der Classe der Weichthiere können aus solchen Formen echt quergestreifte Muskeln hervorgehen; im Allgemeinen aber erlangen erst bei Arthropoden und Wirbelthieren die quergestreiften Muskeln ihre Vollendung.

Hier hat sich nämlich die contractile Substanz fast völlig in kleine helle Körperchen von bestimmter Gestalt — es sind anscheinend meist würfelförmige Stückchen — umgewandelt, welche sich abermals, wie in den früheren Formen die Körnchen und keilförmigen Partikeln, regelmässig gruppiren und eine scharfe charakteristische Querzeichnung hervorrufen. Brücke hat gezeigt, dass die Körperchen das Licht doppelt brechen, während eine weichere die Körperchen verkittende Masse nicht doppeltbrechend ist. Wenn übrigens gegenwärtig dem Wiener Physiologen ausschliesslich die Unterscheidung der quergestreiften Masse in zweierlei Substanzen zugeschrieben wird, so erlaube ich mir in Erinnerung zu bringen, dass dies lange zuvor von mir in bestimmter Weise geschehen ist. In meiner Abhandlung über den feineren Bau der Arthropoden hebe ich hervor, einmal dass „der quergestreifte Inhalt der Muskelbündel aus kleinen würfelförmigen oder auch keilförmigen Körperchen zusammengesetzt sei“ und zweitens, die „Interstitialien zwischen den Körperchen seien mit halbfüssiger Substanz erfüllt“ ⁴⁾.

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 305, S. 309. — 2) Ztschrft f. wiss. Zool. Bd. II, S. 159.
— 3) Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 303. — 4) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 395. Dann

Auch hier wiederholt sich in der Anordnung und Verkittung der quadratischen Stückchen, ob sie nämlich mehr in der Länge oder nach der Quere des Muskels geschieht, etwas Ähnliches, wie bei den Muskeln vorhingenannter Wirbellosen, und scheint von besonders, im Allgemeinen noch nicht näher bekannten, Umständen abzuhängen. Ich habe von gewissen vielfach verästigten Muskeln am Eierbehälter der Branchiopoden¹⁾ gezeigt, dass die feineren Zweige des Muskelnetzes da, wo sie sich an die Wand des Eierbehälters ansetzen, homogene solide Fäden sind; rückwärts verfolgt zerfällt aber ein solcher Faden in eine einzige Reihe hintereinander gelagerter quadratischer Stückchen. Es wäre dies eine sog. Fibrille quergestreifter Substanz, hier in dieser Weise bedingt durch die Feinheit des sich differenzirenden Fadens. Geht man dem Muskelfaden (Fibrille) nach bis zu dem Knotenpunkt, von wo er und noch andere Aestchen von gleichem Durchmesser ausgehen, so kann man die jedem Muskelfaden (Fibrille) zugehörige Reihe von Stückchen noch eine Strecke für sich verfolgen, dann aber wird die Querstreifung eine complizirtere, indem die Partikeln sich auch seitlich ineinander schieben. Von Fibrillen lässt sich jetzt eigentlich nicht mehr sprechen. Man kann ebenso gut und noch mehr die Verklebung der *Sarcous elements* in der Querrichtung des Bündels hervorheben; der Muskel zerfällt auch wohl zum Theil schon frisch, häufiger nach Behandlung mit Reagentien in scheibenförmige Figuren (*Discs* der Autoren).

Solche und andere Beobachtungen haben mich daher schon früher auf die Seite jener Forscher geführt, welche behaupten, die sog. Fibrillen seien nicht als die eigentlichen Elemente der Muskelsubstanz zu betrachten; da die Partikeln der contractilen Materie ebenso gut in linearer oder in scheibenförmiger, man könnte auch beisetzen, in noch anderer Form der Gruppierung, eine festere Verbindung untereinander erhalten.

Wenn ich früher den Ausdruck „Kunstproduct“ für die Fibrillen gebrauchte, so gebe ich zu, dass diese Bezeichnung nicht ganz passend war, denn eine fibrilläre oder säulenförmige Aneinanderreihung der *Sarcous elements* ist in gar manchen frischen Muskeln schon innerhalb des Muskels vorhanden, bevor derselbe einer weiteren Zerlegung unterworfen wird. Auch habe ich schon dazumal an die Thoraxmuskeln der Insecten erinnert, an denen die Zusammensetzung aus Fibrillen eine sehr auffällige und leicht nachweisbare ist.

Von Bedeutung bleibt mir immer nur dies, dass die Fibrille eine Portion umgewandelter Zellsubstanz oder Protoplasma ist, und nicht selbst Zelle. Man könnte zu weiterem Ver-

ist auch in m. Histol. fg. 25 (Muskelprimitivbündel von *Forficula*) diese die *Sarcous elements* verklebende Zwischenmasse deutlich gezeichnet. — 1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III, 1831, S. 301.

ständniss einen sog. Primitivbündel etwa einer schlauchförmigen Drüse vergleichen; dann entspricht das Sarcolemma des Muskelbündels der Tunica propria der Drüse, die den Bündel aufbauenden Zellen den Drüsenzellen (Drüsenepithel), und die fibrilläre Substanz steht auf gleicher Stufe mit den Inhaltskörnern der Drüsenzellen.

Ueber die eigentliche Gestalt und nähere Gruppierung der als *Sarcous elements*, oder als würfelförmige Körperchen, quadratische Stückchen, keilförmige Körperchen, primitive Fleischtheilchen etc. bezeichneten Bildungen halte ich neue Untersuchungen, aber unter Zuhilfenahme sehr starker Vergrösserungen, für nothwendig. Was man mit den gewöhnlichen Linsen hinsichtlich ihrer Gestalt sieht, ist in den eben aufgezählten Namen wiedergegeben; dann ist auch deutlich, dass fragliche Elemente bei Arthropoden nicht selten merklich grösser sind, als bei Wirbelthieren. Unter den Thieren meiner Erfahrung sind es z. B. die Cyclopiden, welche ungewöhnlich grosse und scharf gerandete *Sarcous elements* besitzen und hierin zeichnen sich wieder bestimmte Muskelgruppen vor andern aus. Aber es kommen auffallende Besonderheiten vor, die weiter verfolgt sein wollen. An einem Rüsselkäfer (es war der leicht erkennbare *Apoderes coryli*), der frisch in reinem Alkohol getödtet und dann gleich untersucht wurde, sah der Inhalt der Muskelprimitivbündel sehr merkwürdig aus. Die *Sarcous elements* waren hier keine distincten selbständigen Körperchen, sondern ihre Linien verbanden sich so, dass immer zwei quere Spiralen daraus entstanden. Je zwei solcher Spirallinien erschienen dann wieder durch eine indifferente Zwischenmasse getrennt. In gewisser Weise erinnerten die Muskeln an die bekannten Bilder, welche Barry über die Muskelstructur gegeben hat. Jedenfalls erhält man bei Besichtigung solcher Präparate den Eindruck, dass es sich um eine bestimmte Organisation handelt, deren Erkennung mit dem gewöhnlichen Mikroskop noch nicht gelingen will.

Obschon es eigentlich selbstverständlich ist, so mag doch darauf hingedeutet werden, dass Querfaltenbildung mit der besprochenen Querstreifung nichts zu thun hat. Querfalten können sowohl am Sarcolemma, als auch an der ganzen Muskelfaser auftreten, stehen aber mit der erörterten, vom Bau der contractilen Substanz herrührenden Querzeichnung in keiner Beziehung, und können desshalb auch an andern Theilen, z. B. an den Nerven ¹⁾ in gleicher Weise sich einfinden.

Uebergangsformen. Es hat eine Zeit gegeben, in der man zwischen glatten und quergestreiften Muskeln eine scharfe Grenze zog. Ich habe zuerst hervorgehoben, dass eine solche Scheidung in zwei Gruppen nur für die Extreme ihre Berechtigung habe und war im Stande zu zeigen, dass beide Arten von Muskeln nach Entwicklung und Form ineinander übergehen ²⁾.

Es wurden von mir Faserzellen (im Sinne Kölliker's) aufgefunden, deren contractile Substanz nicht mehr homogen war, sondern sich in eine quergestreifte Masse fortgebildet hatte; Gestalt der Faser und ihr Kern waren dieselben, wie bei der genuinen glatten Faserzelle, aber der Inhalt erschien querstreifig. Solche Mittelglieder zwischen glatten und quergestreiften Muskeln entdeckte ich im *Truncus arteriosus* des Salamanders und *Proteus*, auch in der sog. Carotidendrüse des Frosches. In die gleiche Kategorie mögen auch die Muskelfasern gehören, welche an den pulsirenden Haut-

¹⁾ Vergl. m. Aufsatz: üb. d. Nervensyst. d. Anneliden, Arch. f. A. u. Phys. 1862, S. 22.
²⁾ Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien 1863, z. B. S. 114.

venen der Fledermäuse sich finden und unverkennbare Spuren von Querstreifung zeigen ¹⁾. Noch habe ich im Hinblick auf die Wirbelthiere durch die Untersuchung des Fleischmagens der Vögel gezeigt, dass dessen leich gelblich angeflogenen Faserzellen ebenfalls durch die Sonderung ihres Inhaltes eine Uebergangsstufe von den glatten zu den quergestreiften Muskeln darstellen ²⁾.

Häufiger noch als bei Wirbelthieren sind bei Wirbellosen gar allmähliche Uebergänge vom rein Homogenen bis zu quergestreift. Sonderung wahrzunehmen. So ist z. B. nach meiner Erfahrung der Stielmuskel der Vorticellen sowohl, wie die Muskeln des Hautnetzes bei Planarien im Allgemeinen homogen, aber unter gewissen Umständen und an einzelnen Fasern bemerke ich ³⁾ eine Art quergestreifter Zeichnung, bedingt durch die Sonderung des Muskels in keilförmige, ineinander geschobene Stücke ⁴⁾. So ist mir auch an frisch untersuchten Synapten aufgefallen, wie an den einen Muskeln cylindern die Querstreifung da ist, in andern hingegen keine Sp davon zu Gesicht kommt ⁵⁾. Hieraus erklärt sich auch theilweise wie verschiedene Beobachter die Querstreifung dort läugnen, wo sie von Andern wahrgenommen wurde ⁶⁾.

Es ist mir im hohen Grade wahrscheinlich, dass bei gar vielen Muskelfasern, welche im lebenden oder frischen Zustande anscheinend rein homogen sind, doch schon die contractile Substanz in Theile gesondert ist, die aber das Licht sehr wenig brechen und demnach erst in die Augen fallen, wenn durch Reagentien die Lichtbrechungsverhältnisse sich geändert haben.

Statt vieler will ich nur auf ein merkwürdiges Beispiel hinweisen. H. Meckel ⁷⁾ und Andere hatten angegeben, dass die Muskelbündel, welche die Giftdrüse der Spinnen umwickeln, bei mancher Art glatt seien, ohne Querstreifung, und obschon die Beobachter darüber, wie aus ihren Mittheilungen erhellt, stutzig waren, mussten sie doch bei ihrer Angabe verbleiben. Dem gegenüber hatte ich auf Grund meiner Studien über diese Thierklasse zu behaupten, dass man mitunter allerdings an den frischen Muskeln des Giftschlauches die Querstreifung vermisste, aber nach Anwendung von Alkohol überall antreffe ⁸⁾.

Niemand wird der Ansicht sein wollen, als seien erst durch den Alkohol die Muskelwürfelchen entstanden; näher liegt die Erklärung, dass durch chemische Einwirkung die Lichtbrechungsverhältnisse sich geändert und damit die vorher als Einzelkörperchen nicht unterscheidbaren *Sarcous elements* jetzt sichtbar geworden sind.

Worauf der Mangel scharfer Querstreifung an sonst exquisit querge-

1) Vergl. m. Aufsatz: *Üb. d. äussr. Bodeckgen d. Säugeth.* Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, S. 695. — 2) Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 332. — 3) Histol. fg. 67. (Ich hatte dasmal die Vorticellenart nicht näher bestimmt, an der ich die abgebildete Sonderung gesehen habe, aber es war eine der grösseren Arten. Schon Lachmann scheint ähnliche Bilder vor sich gehabt zu haben, wenn er bemerkt, der Stielmuskel der Vorticellen sei „nicht vollkommen structurlos“. Dass der Muskel aber bei den kleineren Arten und wo er überhaupt dünn ausläuft, rein homogen sei, habe ich ausdrücklich gesagt. — 4) Arch. f. Anat. u. Phys. 1854, S. 289. — 5) Ebendasselbst 1852, S. 510. — 6) Vergl. m. Histol. S. 141. — 7) H. Meckel, Mikrophilie ein. Drüsenapp. niedr. Thiere. Arch. f. Anat. u. Phys. 1846. — 8) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 394. Auch der Angabe, dass bei „kleinen Insecten“ die Muskeln glatt seien, hatte ich dort meine anderslautenden Beobachtungen gegenüber zu stellen.

streiften Bündeln ausserdem noch beruhen könne, habe ich schon oben ¹⁾ angedeutet.

Verästigte Muskelfasern. In dem, was im Vorangegangenen über Muskelstructur zur Erörterung kam, war immer die einfach verlängerte Muskelzelle als Ausgangspunkt genommen und nur gelegentlich der verästigten Muskelzelle gedacht. Verästigte Formen sind indessen sehr häufig, entweder so, dass

1) nur die Enden der Muskelzelle sich ein- oder mehrmal hintereinander verästeln, wozu Weismann ²⁾ ansprechende Beispiele geliefert hat, nachdem ich früher ähnliche Muskeln, z. B. von *Piscicola* ³⁾, *Nais*, *Carinaria* ⁴⁾, *Synapta* ⁵⁾ kennen gelehrt, oder

2) die Verästelung erfolgt nach verschiedenen Seiten; die Zelle nimmt den strahligen Typus überhaupt an. Solcher sternförmiger Zellen gedachte ich schon längst von *Paludina* ⁶⁾, vom Fötus der Selachier ⁷⁾, von Rotatorien ⁸⁾.

An den aus Muskelzellen entstandenen neuen Einheiten, den Primitivbündeln, kann ebenfalls Verästelung auftreten. Am allgemeinsten scheinen sich im Herzen der Wirbelthiere und vieler Wirbellosen die Primitivbündel zu verzweigen; dann spielen aber auch in manchen andern Organen der Wirbelthiere (in der Zunge des Frosches z. B.), sowie namentlich in den Eingeweiden zahlreicher Arthropoden ramifizierte Muskelprimitivbündel eine gewisse Rolle.

In die Reihe verästelter Muskelzellen mögen auch theilweise die Muskeln der Nematoden gereiht werden, deren sonstige grosse Eigenthümlichkeit man unten («Nervensystem der Nematoden») nachsehen möge.

Im Hinblick auf die Thätigkeitsäusserungen der Muskeln bleibt es beachtenswerth und mag hier eingeschaltet sein, dass die Schnelligkeit und Langsamkeit der Bewegung von dem Grade der histologischen Sonderung des Muskelcylinders abhängt. Bei Wirbelthieren zieht sich der sog. glatte Muskel langsam, allmählig zusammen und seine Zusammenziehung überdauert den Reiz, der quergestreifte Muskel hingegen antwortet auf die Erregung mit rascher Contraction, die nachlässt, sobald der Reiz vorüber ist. Mollusken und überhaupt Thiere mit mehr homogenen Fasern bewegen sich langsamer und nur die Theile ihres Körpers, deren Muskeln sich dem quergestreiften Zustande nähern, wie z. B. an den Kauorganen, zeichnen sich durch kräftigere Contractionen aus. Man wird sich daher nicht wundern dürfen, dass die mit echt quergestreifter Musculatur durchweg versehenen Arthropoden die andern Wirbellosen an Präcision und Energie der Bewegungen übertreffen. Wie sehr ein directer Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit

1) Steh. S. 71. — 2) Weismann, Ztschrft f. ration. Med. 3. B., Bd. XV. — 3) Ztschrft f. wiss. Zool. Bd. I. — 4) Hist. fg. 68, A, fg. 24, E. — 5) Arch. f. Anat. u. Phys. 1852. Taf. XIII c. — 6) Ztschrft f. wiss. Zool. Bd. II. — 7) Roehen u. Haie S. 105. — 8) Ztschrft f. wiss. Zool. Bd. VI, Taf. II, fg. 12, c².

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

der Muskeln und der Energie der Bewegungen bestehe; wiederholt sich auch innerhalb des Kreises der Arthropoden, wenn wir kleine Gruppen von diesem Gesichtspunkt aus vergleichen. Daphnid und Cyclopiden haben beide quergestreifte Muskeln, aber bei den Arten von *Cyclops* sind die *Sarcoas elements* viel grösser und schärfer differenzirt, als bei den Daphniden; in Uebereinstimmung damit zeichnen sich auch die Cyclopiden durch ganz ungewöhnlich rasche und kräftige Bewegungen aus.

Sarcolemm. Ich habe schon früher ¹⁾ ausdrücklich bemerkt, dass der Name *Sarcolemma* in doppelter Weise Anwendung findet. Einmal bezeichnet er das bindegewebige Rohr, oder diejenige Cuticularbildung, welche die zum sog. Primitivbündel vereinigten Muskelzellen (Cylinder) umschliesst. Behalten diese Zellen ihre Selbständigkeit, wie solches in der Muskulatur des Herzens bei Amphibien und Fischen der Fall ist, so bildet sich auch nichts von einer gemeinsamen Umhüllungsmembran; es fehlt mit andern Worten dem Primitivbündel das Sarcolemma und wird durch die membranförmige Abgrenzung der einzelnen Zellen ersetzt.

Bei vielen Wirbellosen umgibt den einzelnen Muskelcylinder (die oft lang ausgewachsene Muskelzelle) eine homogene zarte Hülle, die man zweitens bisher ebenfalls als Sarcolemma bezeichnet hat. Ich habe dieselbe z. B. vom Stielmuskel der Vorticellen, den Muskeln der Hirudineen, der Cephalopoden, Echinodermen beschrieben. Ihre Entstehung nach ist sie als Abscheidung der Muskelzellen zu betrachten, als Cuticula der Einzelzelle, wenn man will, als Membran der Muskelzelle. Sie lässt sich leicht als gesonderte Scheide abheben, die im leeren Zustande sich gern in Längsfalten legt. Wenn letztere zahlreich sich einstellen und geschwungen verlaufen, kann das Bild sogar stark an ein Bindegewebsbündel höherer Thiere erinnern. Am frischen Muskel schlägt die Hülle auch häufig Querfalten. (S. 76.)

Chitinisirte Muskeln. Es wurde oben erörtert, dass Cuticularbildungen, Drüsensecrete und gewöhnliches Bindegewebe einen eigenthümlichen Härtungsprocess erfahren, mit andern Worten chitinisiren können. (S. 37, S. 44, S. 49.)

Hier an dieser Stelle verdient es nun hervorgehoben zu werden, dass bei einigen Wirbellosen selbst die Muskelcylinder chitinisiren, oder nach gewöhnlicherem Ausdruck verhornen können. Von dieser Art sah ich ²⁾ bei *Paludina vivipara* die Endstücke jener Muskelcylinder, welche sich an das gleichfalls chitinisirte Operculum der Rückenseite des Fusses ansetzen. Ferner besteht der sog. Bart oder Byssus, mit welchem sich gewisse Muscheln an feste Gegenstände festspinnen, aus chitinisirten Muskelfasern.

1) Histol. S. 48. — 2) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. I, S. 152.

Schon ältere Naturforscher, insbesondere Blainville, haben den Byssus als eine Masse vertrockneter Muskelfasern aufgefasst und so seltsam dies auch klingen mag, an *Arca*, *Pinna* u. a. Bivalven glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die noch contractilen Muskelcylinder des Fusses in die starren, chitinisirten Elemente des Byssus continuirlich übergangen. Damit stimmen auch die Angaben R. Wagner's ¹⁾ überein, welcher erklärt, die Fäden des Byssus «scheiden nichts anderes als vertrocknete, wahrscheinlich Hornstoff enthaltende Sehnenfasern zu sein, da sie unmittelbar aus den Sehnenfasern des Fusses hervorgehen, mit ihnen mikroskopisch verglichen, gleichen Durchmesser und ähnliches Aussehen haben.» Wobei zu bemerken, dass genannter Forscher die Muskelfasern des Fusses ausdrücklich als Sehnenfasern anspricht, wahre Muskeln, meint er, fehlen durchgängig den Mollusken.

Den Namen Byssus tragen aber auch noch andere aus dem Fusse mehrerer Muscheln hervortretende Fäden, welche mit Muskelfasern nichts zu thun haben, sondern Drüsenabscheidungen sind, die zum Theil chitinisiren. Dahin gehört z. B. der Byssus, welchen die Brut der Anodonten besitzt, ferner der Byssus von *Cyclas*. Von letzterer Art, sowie von *Lithodomus* habe ich die den Byssus liefernden Drüsen abgebildet ²⁾ und näher beschrieben.

V. Nervengewebe.

Das Nervengewebe vermittelt die Empfindung, Bewegung, die Seelenthätigkeiten. Es besteht aus zelligen Gebilden, den sog. Ganglienkugeln und zweitens aus den Nervenfasern.

Ganglienkugeln. Dem feineren Bau der Nervenzellen, deren Bedeutung als eigentlichste kleine Lebensherde wohl ausser Zweifel steht, hat man seit Längerem besondere Aufmerksamkeit geschenkt, ohne dass aber dadurch eine vollkommene Harmonie der Anschauungen bis jetzt erzielt worden wäre. Die Grösse der Ganglienkugeln, um damit zu beginnen, ist sehr verschieden. Während bei manchen Wirbellosen diese Elemente oft nicht umfänglicher sind, als die Blutkörperchen des Menschen, giebt es andererseits solche, die man mit freiem Auge bequem als weisse Punkte unterscheiden kann. Dergleichen riesige Ganglienkugeln finden sich nicht bloss an gewissen Stellen der Nervencentren von Wirbelthieren, sondern auch bei Wirbellosen, z. B. im Gehirn der Schnecken. Hier können sie von solchem Umfang sein, dass sie sich zu den kleinsten Ganglienkugeln verhalten, wie etwa ein Froschei zu dem Ei eines Säugethieres.

Von Gestalt sind die Ganglienzellen im Allgemeinen kuglig, doch giebt es auch platte; häufig sind sie spindelförmig oder unregelmässig mehreckig, womit sie zur Strahlenform übergehen.

Was die sonstige Natur der Ganglienkugeln betrifft, so haben sie bei allen Thieren einen gewissen blassen, meist farblosen, zarten

¹⁾ R. Wagner, Lehrb. d. vergl. Anat. 1834, S. 271. — ²⁾ Vergl. üb. *Cyclas cornua*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1856, S. 63, Taf. VI. fg. 18, e. Kleinere Mittheilungen z. tierisch. Gewebelehre, ebendasselbst 1854, Taf. XIII, fg. 14, fg. 15.

Habitus und sind leicht zerstörbar. Betrachtet man lebende Thiere, die wegen geringer Grösse ganz unter das Mikroskop gelegt werden können und durchsichtig genug sind, um etwa das Gehirn besonders ins Auge fassen zu können, so sind die Ganglienzellen, so lange dieses Organ noch in voller Kraft thätig erscheint, hell; sobald sie anfangen, sich zu trüben, ist eine ersichtliche Abnahme der Bewegung des Thieres zu erkennen ¹⁾).

Bereits vor längerer Zeit ²⁾, als ich mir die Aufgabe gestellt hatte, die besondern Charaktere der Ganglienkugeln zu bezeichnen, habe ich hervorgehoben, dass denselben eine Zellenmembran häufig mangle, wesshalb ich dort auch lieber von einer Kugel bildenden Grundmasse, als von einem „Zelleninhalt“ sprach. Diese Ansicht hat sich unterdessen, gestützt auf neuere Wahrnehmungen, bei mir entschieden festgesetzt.

Die Ganglienkugeln sind nur Zellen in dem Sinne, wie der Begriff Eingangs unserer histologischen Erörterungen aufgestellt wurde. Sie erscheinen als hüllenlose Bälle einer weichen, homogenen, zahlreiche Körnchen zusammenhaltenden Substanz (Zellsubstanz). Es fehlt in den meisten Fällen eine festere Rinde dieser Substanz, die als Zellenmembran anzusprechen wäre. (S. 12.)

Damit ist selbstverständlich nicht ausgeschlossen, dass gewisse Ganglienkugeln eine Membran besitzen. Ich habe selbst Fälle beobachtet, wo die Zellsubstanz an der Peripherie zu einer Rindenschicht erhärtet war. So z. B. bei Untersuchung des Gehirns unserer Asseln. Nachdem die frischen Thiere einen Tag lang in Essigsäure gelegen waren, hatten sich im Gehirn gewisse Partien der Ganglienkugeln mit so scharfen Rändern von einander abgesetzt, als wären es derbhäutige Epithelzellen. Auch ist nicht zu läugnen, dass es Ganglienkugeln giebt, die schon im Leben eine solche feste Rindenschicht besitzen, aber auch dann, — und auf diesen Punkt möchte ich immer wieder zurückweisen — ist die Ganglienkugel keine Blase mit Inhalt, sondern die Membran verhält sich zur Zellsubstanz ungefähr so, wie an einer Pflaume die Oberhaut zum fleischigen Parenchym. Wesentlich verschieden von dieser, entweder schon frisch vorhandenen oder durch äussere Einflüsse erzeugten, Zellenmembran ist die Scheide oder Neurilemma der Ganglienkugeln, wovon nachher.

Concentrische Streifung mancher Ganglienkugeln. Die Zellsubstanz (Inhalt) der Ganglienkugeln — entweder, wie schon bemerkt, von rein gleichartigem Aussehen, oder mit kleineren und grösseren Körnern innerhalb der Grundmasse — hat man wiederholt mit der Absicht geprüft, weitere Differenzirungen in ihr zu erblicken.

Hierher gehört eine Beobachtung Remak's, der zufolge die Ganglienkörper der *Raja batis* nach 24stündiger Aufbewahrung in Chromsäure ein faseriges Gefüge in zwei Schichten zeigten. Die innere Schichte von Fäserchen umlagert den Kern, die äussere geht

¹⁾ Ich habe dies z. B. an kleinen Krebsen wahrgenommen. Vergl. m. Naturgesch. d. Daphniden S. 30. — ²⁾ Histol. S. 49.

nach beiden Seiten in den Kanal des „Achsenschlauches“ über. Von dieser Art Sonderung kann ich nicht aus eigener Erfahrung berichten, wohl aber über eine andere, die schon an frischen Ganglienkugeln gewisser Thiere sehr deutlich und beachtenswerth ist.

In den Ganglienkugeln von verschiedenen Insecten, so z. B. an den grossen Ganglienkörpern aus den Thoraxknoten von *Dyticus*, *Locusta* u. a., ferner bei Blutegeln, finde ich nämlich, dass die Zellsubstanz in bestimmter Lagerung zum Kern steht, derart, dass dieselbe eine zarte, aber vollkommen deutliche, den Kern zum Mittelpunkt nehmende, also concentrische Streifung darbietet. Das Protoplasma erscheint mithin in Schichten gesondert, welche schalig den Kern umgeben. (S. 13.)

Mir ist das angegebene Verhalten der Ganglienkugeln seit längerer Zeit bekannt. Walter hat jüngst ebenfalls diese Erscheinung bei verschiedenen Wirbellosen beschrieben ¹⁾.

Färbungen der Ganglienkugeln. Die Zellsubstanz der Ganglienkugeln ist meist farblos oder schwach grau, häufig aber auch gelblich oder bräunlich gefärbt.

Diese Färbung kann doppelter Art sein. Einmal ist ein Theil der in die Grundmasse eingestreuten Körner gefärbt und stellt dadurch Pigmentkörner vor; bei Wirbelthieren rühren Färbungen der Ganglienkugeln im Allgemeinen nur von solchem körnigen Pigment her. Bei Wirbellosen kommt das gleiche vor, aber ausserdem noch zweitens eine Pigmentirung diffuser Art, indem eine gelbe oder rothe Flüssigkeit die Ganglienkugeln durchtränkt, und nachdem das Neurilemma des Ganglions eingerissen ist, in Tropfen herausquillt. Ich habe dies zuerst an *Paludina* nachgewiesen ²⁾. Aus dem Bereiche der Wirbelthiere ist mir nur die gelbe Färbung der *Macula lutea* der Netzhaut bekannt, die, wie ich mich seiner Zeit bei Untersuchung des frischen menschlichen Auges (an einem Hingerichteten) überzeugen konnte, gleichfalls diffuser Art ist.

Noch wäre im Hinblick auf die Körnchen der Zellsubstanz zu bemerken, dass dieselben, obschon auch bei Wirbellosen meist von fein moleculärer Beschaffenheit, doch in manchen Fällen von eigenthümlich grobbröckeliger Form ³⁾, oder in bestimmten Ganglienkugeln von fettiger Natur sind ⁴⁾.

Kern. Der Kern der Ganglienkugel, immer deutlich aus dem körnigen Inhalt herausscheinend, ist rund und entweder von mehr hellem bläschenartigem Aussehen, oder von ähnlicher fein granulärer Beschaffenheit, wie die Zellsubstanz, nur dichter gefügt als jene.

Bei Wirbelthieren findet sich in der Regel nur Ein Kernkörperchen im Kern, doch sind in selteneren Fällen schon zwei zur Beobachtung

¹⁾ Walter, Mikrosk. Studien üb. d. Centralnervensystem Wirbelloser Thiere. Bonn, 1863. — ²⁾ Ztschrft. f. wiss. Zool. Bd. I. S. 154. — ³⁾ S. m. Angaben bezüglich *Fasciola*, *Sanquianga*, *Haemopsis*, Ztsch. f. w. Z. 1849, S. 130, — ⁴⁾ S. unten Nervensystem d. Anneliden.

gekommen. Bei Wirbellosen, z. B. im Gehirn der Schnecken, — ich sehe es so bei *Lymnaeus stagnalis* —, können bis zu acht Kernkörperchen vorhanden sein. Sie zeigen oft in ihrem Innern sehr deutlich noch eine centrale, kuglige Abtheilung, wenn man will einen Kern des Kernkörperchens, was auch Walter richtig abbildet ¹⁾

Markscheide der Ganglienkugeln. Die Ganglienkugeln entbehren meist, wie vorhin betont wurde, der Zellenmembran. Bei verschiedenen Wirbelthieren, so bei Fischen und Reptilien, zeigen aber gewisse Ganglienkugeln eine besonders scharfe Contur und diese rührt her von einer Markscheide, welche von der Nervenfaser zu Ganglienkugel übergehend sich um letztere, wenn auch dünner geworden, ausbreitet. Ich habe zuerst diese Structur der Ganglienkugeln nachgewiesen und zwar vom *Ganglion Trigemini* mehrerer Selachier ²⁾, dann von *Chimaera monstrosa* ³⁾. Auffallend stark fand ich später diese Markscheide an den Ganglienkugeln des *Nervus acusticus* der Knochenfische (*Acerina cornua* z. B.) und der Reptilien (*Lacerta agilis*). Die Ganglienkugel erscheint dadurch auf gleiche Weise wie die entsprechende Nervenfaser dunkel gerande. Max Schultze hat meine Angaben bestätigt ⁴⁾.

Neurilemmscheide der Ganglienkugeln. Zahlreiche Ganglienkugeln, bei Wirbelthieren namentlich alle peripherisch gelagerten, besitzen eine bindegewebige Hülle oder Neurilemmscheide. Dass diese Hülle nicht etwa als ein Theil der Ganglienkugel selbst anzusehen sei, etwa als zur Membran verdichtete Rindenschicht, lässt sich bestimmt nachweisen. Man trage von peripherischen Ganglienkugeln z. B. der Säugethiere feine Scheiben ab und man wird finden, dass ein bindegewebiges Fächerwerk das ganze Ganglion durchzieht, in dessen Maschen alsdann die nackten Ganglienkörperchen liegen. Durch Zerpupfen der Ganglien kann man leicht die Bilder erhalten, welche zur Stütze der früheren Auffassung dienten, als ob nämlich die Hüllen für sich abgegrenzte Kapseln der Ganglienkugeln wären. Auch bei manchen Fischen, wie ich von *Chimaera* mitzutheilen hatte, lassen sich besonders leicht solche Präparate desshalb gewinnen, weil dort wenig Bindegewebe ins Ganglion eingemischt ist, und die nervösen Elemente des Ganglions daher bei Anwendung von Nadeln leicht, umgeben von ihren Scheiden, auseinanderfallen.

Ein gleiches bindegewebiges Fachwerk zur Aufnahme der einzelnen Ganglienkugeln habe ich am Gehirn und den Bauchganglien des Egel nachgewiesen und auch die Methode näher bezeichnet mit deren Hülfe man sich dasselbe vorführen kann ⁵⁾. Bei genannten

1) Walter a. a. O. — 2) Beitr. z. mikr. An. etc. der Rochen u. Haie, 1852, S. 114. — 3) Zts. Anat. u. Histol. der *Chimaera monst.* Arch. f. Anat. u. Phys. 1851, S. 244, Taf. X, figg. 3, 4. — 4) M. Schultze, *Observat. de retinae struct. penit.* Bonnæ, 1859. — 5) Üb. d. Nervensystem d. Anneliden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1862, S. 116.

niederer Thieren besäßen somit auch die Ganglienkugeln der Nervencentren die bindegewebige Scheide, während, wie ich mit Andern behaupten muss, bei höheren Thieren im Gehirn und Rückenmark diese Neurilemmscheide der einzelnen Ganglienkugel fehlte. Hingegen Gruppen von Ganglienkörpern mögen auch hier, wenn auch sehr zarte bindegewebige Umhüllungen haben. Meine seiner Zeit über die Anordnung der die graue Hirnsubstanz zusammensetzenden Ganglienkugeln bezüglich des Hammerhais ¹⁾ (*Sphyrna*) und des Landsalamanders ²⁾ veröffentlichten Angaben lassen sich dahin deuten. Am frischen Gehirn des genannten Fisches erschien durch zarte bindegewebige Umhüllungen die graue Substanz in einzelnen Ballen oder Klumpen gesondert; bei der lebend aus dem Uterus genommenen Larve eines Landsalamanders waren die Ganglienzellen in längliche, zur Höhle der Hemisphäre radiär gerichteten Massen geschieden.

Im Gehirn und den Bauchganglien der Insecten habe ich ganz ähnliche Verhältnisse wahrgenommen. Auch dort mangeln den einzelnen centralen Ganglienkugeln besondere Kapseln, aber Gruppen von Ganglienkugeln sind von zarter gemeinsamer Scheide umschlossen ³⁾. Und wie im Gehirn des genannten Haifisches die Blutcapillargefäße innerhalb des Bindegewebes so zahlreich sind, dass es aussehen kann, als ob die Ballen der Ganglienkugeln lediglich von den Capillargefäßen umzogen und von einander abgegrenzt wären, so treten hier bei den Insecten die Tracheen an die Stelle der Blutgefäße. Die Abgrenzung der Paquets der Ganglienkugeln scheint nur von den umspinnenden Tracheen bedingt zu sein.

Entstehung der Neurilemmscheide. Kehren wir zurück zur Kapsel oder Neurilemma der einzelnen peripherischen Ganglienkugel und zwar der Wirbelthiere. Wie entsteht dieselbe?

Ich habe bereits oben vorgebracht, dass ich das innere oder eigentliche Neurilemm gewisser Wirbellosen so gut wie das Sarcolemma zu jener Bindegewebsform rechne, welche man Cuticularbildungen nennt ⁴⁾. Die Berechtigung, dieses zu thun, entnahm ich dem von mir gelieferten Nachweis, dass unterhalb dieser homogenen Häute eine Lage vorhanden sei, welche in den wesentlichen Eigenschaften mit der Matrix der Cuticula der äusseren Haut übereinstimmt. Das gleiche bin ich im Stande, bezüglich der neurilemmatischen Scheide peripherischer Ganglienkugeln der Wirbelthiere zu zeigen.

Einmal nämlich liegen die bekannten Kerne so wenig wie beim Sarcolemma in der Substanz der Hülle, sondern allzeit an der inneren Seite, also zwischen dem Ganglienkörper und seiner Scheide. Dann habe ich zweitens längst beschrieben und abgebildet ⁵⁾, dass diese Kerne

1) Beitr. z. mikr. An. etc. d. Rochen u. Hale, S. 12. — 2) Anat. hist. Unters. üb. Fische u. Reptilien S. 98. — 3) Sieh. m. Tafeln z. vergl. Anat. z. B. Taf. IX, fg. 1, b. — 4) Sieh. S. 44 u. S. 72. — 5) Beitr. z. m. A. etc. d. Rochen u. Hale 1852, S. 14, Taf. I, fg. 9, od. Hist. S. 55, fg. 29 C.

im *Ganglion Trigemini* von *Scymnus lichia* «so häufig sind, dass man, wären sie noch von einer Zellenmembran, die aber durchaus fehlt, umgeben, an ein Epithel denken könnte.» Ob nicht aber, wenn man jetzt die Untersuchung dieses Gegenstandes wieder aufnehmen würde, doch noch etwas granuläre Substanz oder Protoplasma um die Kerne zu erblicken ist, wird die Zukunft lehren. Jedenfalls genügt die Lage der Kerne an der Innenseite der homogenen Hülle, sowie ihre epithelartige Gruppierung in Verbindung mit dem, was man z. B. am Neurilemm der Insecten, sowie an andern Cuticularbildungen wahrnimmt, hier abermals von einer Matrix zu sprechen, als deren Product die homogene Kapsel anzusehen wäre.

Beziehungen der Ganglienkugeln zu den Nervenfasern. Als man die Ganglienkugeln entdeckt und gefunden hatte, dass sie einer der wesentlichen Bestandtheile des Nervensystems seien, herrschte noch längere Zeit die Meinung, dieselben lägen einfach neben den Nervenfasern, bis allmählig ein tieferer Zusammenhang zwischen Ganglienkugeln und Nervenfasern nachgewiesen wurde. Man gewann die Ueberzeugung, dass die Ganglienkugeln Fortsätze besitzen, die als Anfänge der Nervenfasern zu betrachten seien.

Ob alle Ganglienkugeln mit Nervenfasern in Verbindung stehen ist schwer zu sagen. Mehrere Forscher, wie z. B. R. Wagner stellen die Existenz von Ganglienkugeln ohne Fortsätze, sog. apolare Ganglienzellen in Abrede; die Fortsätze seien bei der Präparation abgerissen, mithin wären die apolaren Kugeln nur verstümmelte Objecte. Dass es für viele Fälle richtig ist, die apolaren Ganglienkugeln zu verwerfen, kann Jeder leicht erproben. Ob man aber ausnahmslos apolare Ganglienkugeln läugnen dürfe, steht immer noch dahin.

Verlängert sich eine Ganglienkugel nur nach einer Seite faserartig, so heisst sie unipolar, wenn nach zwei Seiten bipolar, ist sie mit mehr als zwei Fortsätzen versehen, multipolar.

Es muss jedoch ausdrücklich bemerkt werden, dass eine scharfe Grenze zwischen diesen verschiedenen Formen nicht immer zu ziehen ist. Man trifft z. B. unipolare Kugeln, deren Fortsatz bald sich theilt, so dass gleich mehrere Wurzeln von Nervenfasern zugegen sind.

Ja, eine solche anscheinend unipolare Ganglienkugel kann ganz wohl einer multipolaren oder strahligen Form entsprechen. So beobachte ich z. B. im Gehirn von *Lymnaeus stagnalis* sehr grosse Ganglienkugeln, die nach einer Seite (gegen das Centrum des Gesamtganglions zu) in einen breiten, bandartig platten Fortsatz von bedeutender Länge ausgehen und somit als unipolar zu gelten hätten. Allein geht man dem Fortsatz weiter nach, so löst er sich zuletzt in ein wahres Geflecht feiner Fasern auf.

Aus solchen Beobachtungen und Vergleichen suche ich mir eine dem ersten Blick nach etwas befremdende Thatsache zu erklären. Während nämlich, wie bekannt, in den Nervencentren der Wirbelthiere multipolare Ganglienkugeln sehr häufig sind, so sieht man bei Wirbellosen (Anneliden, Arthropoden, Weichthieren) in den centralen Ganglien fast nur die uni-

polare Form. Allein wenn solche Kugeln sich allgemeiner verhalten, wie ich vorhin von jenen des *Lymnaeus* erwähnte, so entsprechen sie eigentlich multipolaren oder strahligen Zellen und der grosse Unterschied, welcher scheinbar in dieser Organisation zwischen Wirbelthieren und Wirbellosen herrscht, ist damit verschwunden.

In peripherischen Ganglien. Die Fortsätze der Ganglienkugeln wurden vorhin einfach als die Wurzeln oder Ursprünge der Nervenfasern bezeichnet. Es verdient aber dieser Gegenstand noch eine nähere Erörterung.

Darüber, dass von peripherischen Ganglienkugeln Nervenfasern in der Weise entspringen, dass die Ausläufer geradezu zur ganzen Nervenfasern oder einem Theil derselben werden, wird wohl Niemand mehr anderer Ansicht sein. Sowohl an Wirbelthieren, als auch bei Wirbellosen kann solches zweifellos gesehen werden, und was gerade die Wirbellosen betrifft, so verweise ich auf meine Darstellungen ¹⁾ über den *Sympathicus* der Hirudineen, wo überraschend klar dieses Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern sich herausstellt.

In den Nervencentren. Anders sind die Dinge in den Nervencentren. Ich möchte auch hier wieder mit den Wirbellosen beginnen, da es mir, wie ich glaube, gelungen ist, in dieser Frage bei Anneliden, Arthropoden und Mollusken bestimmtere Gesichtspunkte zu erlangen.

Im Gehirn und den Bauchganglien der Egel, Insecten, im Gehirn der Schnecken beobachte ich, dass die Stiele der Ganglienzellen keineswegs unmittelbar als Nervenfasern weiter gehen, sondern in eine im Centrum der Ganglien gelegene Molecularmasse oder Punktsubstanz einsetzen und mit dieser verschmelzen ²⁾. Es erleidet nach dem, was ich sehe, gar keinen Zweifel, dass erst aus dieser centralen Punktsubstanz die Anfänge der Nervenfasern sich hervorbilden ³⁾.

Dieses Verhalten ist die Regel. Aber es kommen auch in den Nervencentren der Wirbellosen einzelne, bestimmt gelagerte Ganglienkugeln vor, deren Fortsätze ohne Vermittelung von eingeschobener Punktsubstanz geraden Wegs als Nervenfasern weitergehen. Ich verweise z. B. auf die von mir zuerst nachgewiesene vereinzelte grosse Ganglienkugel, welche in den Bauchmarksganglien des Blutegels sich findet, bipolar ist und zweien Nervenfasern zum Ursprung dient ⁴⁾.

In den Centraltheilen der Wirbelthiere scheint nach allem,

¹⁾ Meine Taf. z. vergl. Anat. Taf. IV, fig. 1. — ²⁾ Sieh. m. Aufs.: „Üb. d. Nervensyst. d. Anneliden“, Arch. f. Anat. u. Phys. 1862, S. 117. — ³⁾ Wenn ich die Bezeichnung „Punktsubstanz“ für diese von mir zuerst unterschiedenen Partien der Nervencentren gewählt habe, so geschah es im Hinblick auf das Aussehen, welches zunächst sich darbietet; ich habe indessen schon früher (z. B. Naturgesch. d. Daphniden S. 159) aufmerksam gemacht, dass die Punktmasse zum Theil eine „fibrilläre Anordnung“ habe. — ⁴⁾ S. unten, Nervensyst. d. Anneliden, u. m. Taf. z. vergl. Anat. Taf. II, fig. 3, 1.

was man bis jetzt über die Beziehung der multipolaren Ganglienkugeln zu Nervenfasern erforscht hat, das gleiche stattzufinden, w bei den bezeichneten Wirbellosen.

Die Mehrzahl der Fortsätze geht nicht direct in Nervenfasern über, sondern die ramifizirten Ausläufer verschmelzen, indem sie si zuletzt in fibrilläre Punktmasse auflösen, mit der molekularen grau Hirnsubstanz. Doch ist wie bei Wirbellosen unzweifelhaft, da einzelne Fortsätze von multipolaren Kugeln sich sofort zum Achscylinder von markhaltigen Nervenfasern gestalten, wozu ich ¹⁾ läng aus dem kleinen Gehirn des Hammerhais ein Beispiel näh beschrieben und abgebildet habe, nachdem zuvor R. Wagner ei solche Beobachtung an einer andern Stelle gemacht.

Wie der Uebergang der Fortsätze in Nervenfasern stattfind habe ich am angeführten Ort ebenfalls nach meinen Beobachtung am Hammerhai in der Weise beschrieben, wie es jetzt von d verschiedensten Seiten her geschieht. Ich hebe dort hervor, da „die Ausläufer der ästigen Ganglienkugeln“ und die „Achscylinder der Nervenfasern nach ihrem Aussehen identisch seien. „Der Ausläuf der Ganglienkugel setzt sich als Achscylinder fort, der nach lä gerem Verlauf, nachdem eine Fettscheide mit aufgetreten war, si als doppelt conturirte Nervenfibrille zeigte.“

Nur zwischen hinein möchte ich bemerken, dass mir bisher niemi Bilder vorgekommen sind, bei denen der Achscylinder der entspringend Nervenfaser direct mit dem Kern und dem Kernkörperchen der Ganglie kugel zusammengehangen hätte. Ich bin weit entfernt, die Richtigkeit d von Lieberkühn und Wagener ²⁾ veröffentlichten Zeichnungen zu zweifeln. Aber wenn der eine der Genannten selber erklärt, dass „un- hundert Fröschen u. s. w. sich nur einer oder zwei zur Untersuchung eign und selbst von diesen nur ein oder zwei brauchbare Präparate gefert werden können“, so handelt es sich doch offenbar um keine normale Bildu

Nach meinen im Vorausgegangenen angeführten Wahrnehmung über den Ursprung der Nervenfasern aus Ganglienkugeln stellt si was mir nicht unwichtig zu sein scheint, ein doppeltes Verhalt heraus.

In dem einen Falle — es sind die peripherischen Ganglien u gewisse Partien der Centraltheile — kommt der Achscylinder z Einer Ganglienzelle, hingegen im andern Falle — es betrifft d Hauptmasse der Ganglienkugeln in den Nervencentren, — zwischen den sich auffasernden Fortsätzen der Ganglienkugeln u den streifigen Anfängen der Achscylinder eine Punktmasse e geschoben ist, lässt sich nicht mehr behaupten, dass ein Achscylinder immer in Einer Ganglienzelle wurzelt. Vielmehr ist z im hohen Grade wahrscheinlich, dass die den Achscylinder z

¹⁾ Beitr. z. mikr. A. etc. d. Roehen u. Hale, S. 12, Taf. I, fg. 8, od. Histol. fg. 29, B.

²⁾ Guido Wagener, Abh. d. Zusammenhang d. Kernes etc. mit d. Nervenfasern, Ztschr. wiss. Zool. Bd. VIII, 1868.

sammensetzende fibrilläre Substanz aus mehreren Ganglienkugeln abstammt.

Zu dieser Annahme habe ich noch einen besondern Grund, welcher einer Eigenschaft der eingeschalteten Punksubstanz entnommen ist. Ich glaube mich nämlich mehrmals und zwar am ehesten an Glycerinpräparaten überzeugt zu haben, dass der Punksubstanz insofern eine gewisse Structur zukommt, dass die sie zusammensetzenden Körnchen zu netzförmig gestrickten Fäserchen, mit andern Worten zu einem Gewirr feinsten Fäserchen geordnet seien. Bedenkt man nun, dass bei dem Uebertritt der Fortsätze der Ganglienkugeln in die Punksubstanz die Fortsätze in eben solche Fäserchen sich auflösen und jenseits der Punksubstanz die gleiche fibrilläre Substanz die Anfänge der sich parallel ordnenden Achsencylinder bilden, so ist so gut als gewiss, dass der einzelne Achsencylinder seine fibrilläre Substanz als ein Gemeng aus den verschiedensten Ganglienkugeln erhält.

Giebt es motorische und sensible Ganglienkugeln? Ehe wir zur Structur der Nervenfasern uns wenden, sei noch der Frage gedacht, ob die Ganglienkugeln der Wirbelthiere nicht solche Verschiedenheiten erkennen lassen, um sie mit den Hauptrichtungen des Nervenlebens, mit der Empfindung, Bewegung, psychischen Thätigkeiten in nähere Beziehung setzen zu können, sowie denn auch mehr Beobachter bereits von motorischen, von sensitiven, auch wohl von sympathischen Ganglienkugeln der Nervencentren reden.

In wie weit bei Wirbelthieren das, was im Vorausgegangenen über Grosse und Form, Mangel oder Dasein von Markscheide und bindegewebiger Kapsel als Grundlage zu einer solchen Eintheilung dienen kann, ist einstellen noch nicht zu übersehen. Von vorne herein hat es viel Wahrscheinliches, dass Motilität, Sensibilität und psychische Thätigkeiten verschiedene Ganglienzellen zur Grundlage haben, aber im Näheren mangelt noch die Begründung.

Bei manchen Wirbellosen ist es sehr in die Augen fallend, dass im Gehirn Gruppen oder Paquete von Ganglienzellen sich vorfinden, die abgesehen von ihrer Form durch die Beschaffenheit des Protoplasma sich von andern Partien abheben. Ich liefere hiezu unten Belege von Anneliden, Arthropoden und Weichthieren. Es folgt daraus mit Bestimmtheit, dass die Ganglienkugeln der Nervencentren nach der Natur ihrer Zellsubstanz verschiedener Art sind; aber es scheint mir unmöglich, diese Verschiedenheiten schon in obigem Sinne zu verwerthen. Wie soll man sich die einzelnen Thätigkeiten des Nervenlebens in besondern Ganglienkugeln lokalisiert denken, wenn, wie es sehr wahrscheinlich ist, viele Achsencylinder ihre fibrilläre Masse aus mehreren Ganglienkugeln erhalten!

Die Nervenfasern der Wirbelthiere zerfallen in Rücksicht ihres Aussehens in zwei seit Langem unterschiedene Gruppen, in die blassen und in die dunkelrandigen Fasern.

Blaße Nervenfasern. Die blassen Nervenfibrillen, wegen Mangels einer Fettscheide marklose, oder nach ihrem Entdecker Remak'sche Fasern genannt, bestehen ihrem wesentlichen Theil

nach aus einer eiweisshaltigen Substanz, welche mit derjenigen, aus welcher die Fortsätze der Ganglienkugeln gebildet sind, völlig übereinstimmt. Die Fasern sind ebenso blass contourirt und von Farbgrau, wie die Ausläufer der Ganglienzellen. Ihre granuläre Substanz zeigt öfters eine Längsstrichelung, wie wenn eine Zusammensetzung aus feinsten Fäserchen zu Grunde läge. Dazu gesellt sich häufig eine besondere Hülle, hell und homogen von Aussehen und mit Kernen, die der inneren Fläche der Hülle anliegen.

Dunkelrandige Nervenfasern. Die dunkelrandige oder markhaltige Nervenfasern unterscheidet sich von der vorausgegangenen Faserart durch das Auftreten einer fettreichen Substanz, der sog. Markscheide, welche die blassere, granuläre Substanz von vorn peripherisch oder als Rinde umgiebt. Diese Markscheide ist der Grund, warum jetzt die Nervenfasern bei durchgehendem Licht dunkle Ränder zeigt; bei auffallendem Licht verleiht sie der Fasern den Silberglanz.

An der ganz frischen Nervenfasern lässt sich die Grenze zwischen der blassen Achsensubstanz und der fettigen Rinde nicht erkennen. Sobald aber Reagentien eingewirkt haben, wie z. B. Chromsäure Sublimat, ferner, wenn der Nerv erkaltet ist und Zersetzung beginnt, so trennt sich die Substanz scharf in eine körnig-krümelige Rindenschicht, hervorgegangen durch Gerinnung des fettigen Stoffes und in ein inneres drehrundes oder plattes, bandartiges Gebilde, das nach Habitus und Verhalten gegen Reagentien mit der Substanz der blassen oder marklosen Fasern übereinstimmt. Man hat diesem centralen Theil den Namen Achsencylinder gegeben.

Als dritter Theil der markhaltigen Nervenfasern kann abermals eine Hülle auftreten, in Form einer homogenen Haut, mit Kernen versehen, von denen wieder hinsichtlich ihrer Lage zu bemerken wäre, dass sie der Innenseite der Scheide angehören. Diese Hülle ist indessen kein nothwendiger Bestandtheil, vielmehr fehlt sie häufig.

Achsencylinder. Die Substanz der marklosen Fasern und derjenige des Achsencylinders der markhaltigen sind, wie bemerkt, von gleicher Natur. Bei Wirbellosen entstehen die dem Achsencylinder entsprechenden Fasern in den Nervencentren aus der Vereinigung feinsten Fäserchen, wobei allerdings die Vereinigung nach der Peripherie hin so innig werden kann, dass die daraus hervorgegangene Einheit, die marklose Nervenprimitivfaser, ein anscheinend rein homogenes Aussehen hat. Es ist somit schon der Analogie nach wahrscheinlich, dass auch dem Achsencylinder der Wirbelthiere, obschon ebenfalls von meist homogener Beschaffenheit, doch auch nicht selten ein fein längsstreifiges Aussehen hat, eine gewissermaßen Zusammensetzung aus feinsten Fäserchen, wenigstens dem Ursprunge nach, zukommen möge. Ich habe allerdings an dem Achsencylinder markhaltiger Fasern nie ein eigentliches Zerfallen in solche Längs-

elemente wahrgenommen, allein an den marklosen Riechnervenfasern hat Max Schultze im Näheren beschrieben nicht bloss, wie schon im Verlaufe der Primitivfasern ein fibrillärer Bau andeutungsweise zu sehen sei, sondern dass sich die Primitivfasern wirklich in feinste Fibrillen auflösen ¹⁾).

Die Substanz markloser Nervenfasern, sowie der Achsencylinder markhaltiger Fasern stimmt in ihren Eigenschaften, wie schon oben erörtert wurde, mit dem Protoplasma (Zellsubstanz) der Ganglienkugeln überein. Ist daher z. B. eine bipolare Ganglienkugel peripherisch eingeschoben, so gehen auch beide, Achsencylinder und Protoplasma, continuirlich ineinander über. Die den Kern der Ganglienzelle umgebende Substanz ist, wie ich schon früher mich ausdrückte, als ein angeschwollener Achsencylinder aufzufassen.

Markscheide. Die Fett- oder Markscheide der dunkelrandigen Nervenfasern zeigt auf Querschnitten hin und wieder eine mehr oder minder deutliche concentrische Streifung. Dass dieselbe wirklich der Ausdruck concentrischer Schichtung sei, davon habe ich mich an den riesigen dunkelrandigen Fasern im Bauchmark des Regenwurmes überzeugt ²⁾).

An feinen Nervenfasern der Wirbelthiere häuft sich in Folge innerer Veränderungen die Markscheide stellenweise an, macht erstere dadurch in Abständen knotig und wandelt die geradlinig gewesene Faser zur sog. varikösen Nervenfaser um.

An den bipolaren Ganglienkugeln, welche die Nervenfaser auf ihrem Wege vom Centrum zur Peripherie gewissermassen unterbrechen, geht die Fettscheide der Nervenfaser meist nicht über die Ganglienkugeln weg, oder ist vielleicht so zart, dass sie nicht zur Erscheinung kommen will. Doch giebt es Fälle und ich habe dergleichen nachgewiesen ³⁾, wo die Markscheide der Nervenfaser in gleicher Stärke über die Ganglienkugel wegzieht, so dass man beim ersten Anblick des frischen Objectes einfach bauchige Erweiterungen der Nervenfibrillen zu sehen meint.

Hülle. Von der Hülle der Nervenfaser gilt dasselbe, was oben von der Hülle oder Scheide der Ganglienkugeln ausgesagt wurde. Sie ist eine homogene, bindegewebige Haut, im näheren Sinne eine Cuticularbildung, und ihre Kerne, welche ebenfalls wie an der Hülle der Ganglienkugeln oder wie am Sarcocolemma der Muskeln immer nach innen ⁴⁾ liegen, sind als Reste der Matrixzellen zu betrachten, welche die homogene Haut hervorbrachte. Die letztere entspricht nach Bau und Herkommen völlig dem Sarco-

¹⁾ Max Schultze, Unters. üb. d. Bau d. Nasenschleimhaut etc. Abhandl. d. naturf. Gesellsch. in Halle, Bd. VII, 1862. — ²⁾ Sieh. unten Nervensyst. d. Anneliden u. m. Tafeln 1. vergl. Anat. Taf. IV, fg. 8, e; Taf. V, fg. 1, c. — ³⁾ S. Seite 86. — ⁴⁾ Diese Lage der Kerne habe ich mehrmals an verschiedenen Orten meiner Publicationen bestimmt bezeichnet und abgebildet.

Leitung. Die Fülle der Nervenfasern geht an den zwischengelagerten Ganglienkernen kontinuierlich in die Äste der Ganglien über.

Leitungsformen. Im Rückenmark habe ich die marklosen und die markhaltigen Nervenfasern der Wirbelthiere wie zwei verschiedener Species auseinander getrennt, was auch für die ausgeprägteren Formen seine Richtigkeit hat.

Jetzt aber wäre mit einigen Nachdruck hervorzuheben, daß gleichwie die echt quergestreifte Muskelfaser und die echt glatte Muskelfaser durch mannigfaltige Zwischenstufen verbunden erscheinen, so auch die dunkelrandige oder markhaltige Nervenfasern mit der blasrandigen oder marklosen durch Bindeglieder zusammenhängen.

Ich habe auf solche Uebergangsstufen aus dem Grenzstrahl des Symplicus vom erwachsenen Lachsalmonid aufmerksam gemacht und ihr Verhalten näher betrachtet¹⁾. Die Markscheide so dünn, daß die Umrisse der Fasern zwar echte blasse Fibrillen an Schärfe übertreffen, aber doch nicht die dunklen Linien der «*quisit* markhaltigen erreichen. Etwas Ähnliches sah ich an «*Anläufern* der Nervenfasern im elektrischen Organ von *Torpedo*. Auch hier ist die Markscheide an vielen Stellen so zart, daß man erst bei sehr starker Vergrößerung wahrnimmt, wie die anscheinend marklose Faser dennoch Spuren der Markscheide besitzt.

Für den leichten Uebergang der beiderlei Faserarten ineinander spricht sowohl, daß an gar manchen Orten, z. B. in den Muskeln in der Hornhaut, die dunkelrandigen Fasern bei ihrer Endverbreiterung zu blasen, des Fettes entbehrenden Elementen werden, als auch die bekannte Thatsache, daß die später dunkelrandigen Nerven beim Embryo eine Zeitlang echt blasrandig, mithin ohne Fettscheide sind und diese erst nachträglich auftritt.

Vertheilung der beiderlei Faserarten. Nicht bedeutungslos wäre es und liesse sich mit unseren allgemeinen Vorstellungen über höhere und niedere Entwicklung der Thiergruppen zusammenreimen, wenn es tiefer stehende Fische gäbe, bei denen nur blasse oder marklose Nervenfasern vorkommen. Die Cyklostomen befinden sich anscheinend in diesem Fall. Doch möchte das hierüber Bekannte meine Meinung nach einer erneuten Prüfung zu unterwerfen sein. Die Untersuchung wirbelloser Thiere zeigt mir nämlich, daß die Markscheid in Consistenz und Aussehen denn doch mancherlei Abstufungen erfahren und ich halte es für sehr möglich, daß auch bei den Cyklostomen noch eine Spur oder eine Form von Markscheide aufgefunden wird²⁾.

Sonst sind bei Wirbelthieren die beiderlei Faserarten beiläufig

1) Hist. anat. Unters. üb. Fische u. Reptilien. S. 94. — 2) Vergl. hierüber auch Reissner vom Bau des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis*. Arch. f. Anat. u. Phys. 1860.

so vertheilt, dass die dunkelrandigen Fasern den cerebros spinalen Partien angehören, die blassen in grösserer Menge im Sympathicus sich finden, darnach auch wohl bei verschiedenen Schriftstellern den Namen sympathische Fasern tragen. Endlich besteht der Geruchsnerv, wovon ich mich bei sämtlichen Klassen der Wirbelthiere seit Langem überzeugt hatte, aus marklosen Fasern.

Noch ist zu bemerken, dass die Breite oder Stärke der Nervenfasern nicht bloss bei verschiedenen Wirbelthieren bestimmte Verschiedenheiten darbietet, wie man denn z. B. bei Fischen auf die breitesten stösst, sondern auch innerhalb verschiedener Nervengruppen sich Differenzen in dieser Richtung kundgeben.

Nervenfasern der Wirbellosen. Was die Nervenfasern der Wirbellosen betrifft, so habe ich schon früher an meine Untersuchung über das Gehirn von *Coccus* anknüpfend, die Gesichtspunkte aufgestellt, nach denen man die Nervenprimitivfasern der Vertebraten und Evertebraten mit einander zu vergleichen habe ¹⁾.

Meine Ansichten sind hierüber noch im Wesentlichen dieselben, namentlich was die Bedeutung der fibrillären Substanz und ihre Verbindung zu „Primitivfasern“ betrifft, ferner hinsichtlich des Homologons der Markscheide; ich verweise zur Erläuterung und Begründung dieser Momente, sowie über die verschiedenen Arten der Nervenfasern, wie sie auch bei Wirbellosen unzweifelhaft vorkommen, dann bezüglich ihrer platten Form, auf das, was ich unten bei den verschiedenen Gruppen, z. B. den Anneliden, den Arthropoden dort, wo das Histologische zur Sprache kommt, hierüber vorzulegen habe.

Verlauf und Endigung der Nervenfasern. «Früher glaubte man den Satz aufstellen zu können, dass die Nervenprimitivfasern während ihres Verlaufes zur Peripherie sich nie theilen. Spätere Untersuchungen haben das gerade Gegentheil hiervon dargethan und man weiss jetzt, dass Theilungen zu den gewöhnlichen Eigenschaften der Nervenfibrillen gehören, ja es scheint, als ob sämtliche Nervenfasern von manchem Muskel oder gewisser Organe durch Verzweigung Einer einzigen centralen Stammfaser entstehen. So ist durch Reichert bekannt geworden, dass in einem Hautmuskel des Frosches 8—10 Fibrillen des Nervenstammes bei der Insertion in den Muskel durch weitere Vereinigung nach dem Rückenmark hin auf eine Zahl von 5—6 Fasern sich verringerten. Ein anderes Beispiel von noch erhöhter Vermehrung der Nervenfasern durch Theilung kennen wir aus den von mehreren Seiten bestätigten Mittheilungen Billharz's über das elektrische Organ von *Malapterurus electricus*, wo sich ergeben hat, dass alle Nervenäste und Fasern durch Verästelung aus einer einzigen im Stamm enthaltenen Primitivfaser hervorgegangen sind.»

Indem ich diese meine Aeusserung hier wörtlich wiederhole, möchte ich jetzt bemerklich machen, dass man sich doch eigentlich vom morphologischen Standpunkt aus kaum über derartige Verästelungen der Nervenfasern wundern darf. Was wir eine Primitivfaser

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. V, 1853, S. 6.

nennen, ist nach dem, was oben hinsichtlich der Entstehung des Achsencylinders erörtert wurde, ein Aggregat feinsten Fäserchen, in ähnlicher Weise, wie ein Nerv eine Vereinigung von sog. Primitivfasern vorstellt. Es handelt sich eben wieder nur um eine Wiederholung der Formen: eine sich verzweigende sog. Primitivfaser entspricht ihrem Baue nach einem sich theilenden Nervenbündel.

Wie richtig dieser Gedanke ist, ergibt sich auch aus den Darstellungen Häckel's über die Nerven des Flusskrebsses. Bei jeder Gabelung eines Nervenstämmchens gehen fast die meisten der Stämmchen zusammensetzenden Röhren, ebenso wie jenes selbst in je zwei divergirende Aeste auseinander. Die Verästelung des Nervenstämmchens spiegelt sich in der Verästelung der Primitivfasern wieder und diese letzteren sind nach dem Obigen nicht wahre Einheiten sondern Bündel fibrillärer Nervensubstanz.

Das von den Physiologen angenommene Gesetz der «isolirten Leitung» ist damit schwer zu vereinbaren und nebenbei gesagt, so dürfte das, was ich über die Structur der Punktsubstanz in den Nervencentren Wirbellosen als eines Flechtwerks feinsten Fäserchen gefunden habe, noch weniger mit diesem vermeintlichen Gesetz in Einklang zu bringen sein.

Gangliöse Endplatten. Die Frage, wie endigen die Nervenfasern an der Peripherie, ist vielfach erörtert worden, und noch nicht für alle Organe befriedigend gelöst.

Eine Zeit lang herrschte bezüglich der Wirbelthiere die Ansicht von den Endschlingen: alle Nervenfasern sollten am Ende ihrer Bahn bogenförmig umbiegen. Dass solche Schlingen vorkommen und selbst zahlreich existiren, wird man nicht in Abrede stellen wollen; aber die Meinung, dass es wirkliche Endschlingen der Nervenfasern seien, wird gegenwärtig wohl nur von einzelnen Beobachtern festgehalten oder wieder aufgenommen.

Ich habe früher und später an verschiedenen Wirbellosen Beobachtungen über das Ende von Nervenfasern gemacht, welche sich mir nicht nur bei wiederholter Prüfung bestätigt, sondern eine allgemeinere Geltung zu haben scheinen. Ich ging von lebenden durchsichtigen Krebsen ¹⁾, Rotatorien ²⁾ und Insecten ³⁾ aus, und fand später die gleichen Verhältnisse bei andern Insecten ⁴⁾ und Krebsen ⁵⁾.

Es zeigte sich hier überall, dass die Nerven ein gangliöses Ende haben, entweder so, dass die Ganglienkuugeln einzeln oder in Gruppen das eigentliche Ende bilden, oder wenigstens in Ver-

1) Ztschrift f. wiss. Zool. III. Bd. 1851, S. 292, Taf. VIII, fig. 7 (Endigung der Hautnerven von *Branchipus*). — 2) Ebendasselbst Bd. VI, 1854. (*Notommata myrmecae* S. 23, Taf. IV, fig. 36, *Notommata Sieboldii* S. 27, S. 31, Taf. II, figg. 12, 16, 17, *Polyarthra* S. 42, S. 84. *Euchlanis* S. 59, Taf. III, fig. 32. — 3) Ebendasselbst Bd. III, 1851, Taf. XVI, fig. 1 (Endigung der Hautnerven von *Corotithra*). — 4) Arch. f. Anat. u. Phys. 1859, S. 61 (Lappen der Tarsusglieder von *Tetraphorus* Taf. IV; fig. 37, *Carabus*, *Lamia*, *Locusta*, Rüssel von *Musca* fig. 35, fig. 36, *Sarcophaga*, *Tabanus*, Zunge von *Bombus*). — 5) Naturgesch. d. Daphniden. (*Sida* S. 93, Taf. V, fig. 44, a.) *Daphnia* z. B. S. 124, fig. 1, fig. 14, fig. 19, fig. 13, fig. 27, e, f; *Psephenus* S. 205, fig. 57.

bindung mit gleich näher anzugebenden Theilen das Nervenende zusammensetzen.

Bei dieser Endigungsweise kommen nämlich mehrer wohl zu beachtende Abänderungen vor.

1) Es kann jedem Endaste des Nerven ein Haufen terminaler Ganglienzellen wie eine Gruppe von Beeren aufsitzen. Die einzelnen Ganglienkugeln sind von der gewöhnlichen zarten Beschaffenheit, bleiben ziemlich gesondert von einander und ihr Innres bietet nichts abweichendes dar. Als Beispiel hierzu möge von *Daphnia pulex* der Nerv dienen, welcher aus der Seitenfläche der Hirnganglien seinen Ursprung nimmt und am Seitenrand des Kopfschildes unter der Haut endigt, ohne dass die äussere Haut an dieser Stelle eigens markirt wäre ¹⁾.

2) Die terminalen Ganglienzellen verschmelzen so miteinander, dass nur die Nuclei sich gesondert erhalten; die Zellsubstanz aber zu einem gemeinsamen fein granulären Kolben, oder auch Platte zusammenfliesst, welche ich in meinen früheren Beschreibungen als „zellige Platte“ oder kurzweg als „Endplatte“ bezeichnet habe. Beispiel: der gleiche Nerv von vorhin bei *Pasithea*. Als Beispiel von Endkolben möge man meine Darstellung der Nervenenden an der Aussenfläche des Rüssels von *Musca vomitoria* vergleichen.

3) Es treten in solchen gangliösen Endausbreitungen oder Endplatten innerhalb der Zellsubstanz (oder des Protoplasma) Körper spezifischer Art auf. Bleiben wir zunächst wieder bei den Daphniden stehen, so habe ich bei *Sida* in dem vorhin angezogenen Nerven dergleichen Bildungen entdeckt und abgebildet ²⁾, ferner bei *Daphnia longispina* ³⁾ und *Lynceus lamellatus* ⁴⁾. Die Form dieser Körper ist nach den Gattungen verschieden, worüber man meine Abbildungen vergleichen möge. In ihren physikalischen Eigenschaften stimmen sie alle darin überein, dass sie das Licht stark brechen, mithin ein dunkelrandiges Aussehen haben.

In die gleiche Reihe spezifischer Körper gehören unzweifelhaft die Stäbchen oder Stifte, welche man ⁵⁾ zuerst bei Locustiden und Achetiden in dem Organ auffand, welches seitdem als „Ohr“ der Orthopteren angesehen wird. Ich habe später nachgewiesen, dass die gleichen Elemente in gangliösen Entfaltungen der Flügelnerven bei Coleopteren, sowie in der Basis der Schwingkolben bei Dipteren zugegen seien ⁶⁾. Dass sie selbst noch viel weiter verbreitet sind, ergibt sich daraus, dass ich sie jetzt auch aus den Extremitäten, Antennen und Palpen einer Wasserkäferlarve, aus den

1) a. a. O. Taf. I, fig. 1. — 2) a. a. O. fig. 44, c, (auch auf den ganzen Figuren fig. 46, fig. 47 sichtbar). — 3) a. a. O. S. 143. — 4) a. a. O. S. 218, fig. 53, d, c. Vergl. auch Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, S. 310, wo ich diesen Nerven sammt Endplatte als „muthmassliches Gehörorgan“ der Daphniden deutete. — 5) Siebold, Arch. f. Naturgesch. 1844. Vergl. auch meine nähere Beschreibung dieser Stifte im Arch. f. Anat. u. Phys. 1855. — 6) Archiv f. Anat. u. Phys. 1860, S. 299, Taf. IX, figg. 18, 19, 20.

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

Antennen eines Weichkäfers (*Telephorus*), sowie in gangliösen Anschwellungen gewisser Nerven des Brustganglions von *Musca* zu zeigen konnte ¹⁾.

Hinsichtlich des Näheren über die Form der Stifte und ihre Einlagerung in die gangliösen Enden der Nerven verweise ich auf meine unten angeführten Einzelbeschreibungen und Abbildungen. Der Stoff, aus dem die Stäbchen gebildet sind, zeigt eine gewisse Verwandtschaft mit blasse Nervenmark, etwa von der Art, wie solches als Rinde der breiten Nervenfasern beim Flusskrebs vorkommt.

Ich habe bereits anderwärts die Ansicht ausgesprochen, dass die eben erwähnten Stäbe oder Stifte mit keiner andern Bildung morphologisch verglichen werden können, als mit den Stäben und Krystallkegeln im Auge der Arthropoden. Beide sind eigenthümliche Umwandlungen der Nervensubstanz. Dass sich eine solche Zusammenstellung der beiden genannten Elemente auch bis zu Einzelheiten rechtfertigen lasse, habe ich seiner Zeit schon erörtert ²⁾.

Ebenso habe ich längst schon dargethan ³⁾, dass die von mir „Nervenstäbe“ genannten Theile im Auge der Arthropoden, fern die sog. Krystallkegel als die besonders gearteten Endabschnitte von Nervenfasern anzusehen seien. Wer sich der Mühe unterzieht, die von mir gegebenen bildlichen Darstellungen der feineren Structur des Arthropodenauges mit den Figuren zu vergleichen, welche ich über das Ende des Nerven für die Schwingkolben ⁴⁾ und Flügelnerven veröffentlichte, wird beistimmen müssen, wenn ich behaupte, dass von diesen complizirteren Bildungen aus bis zur gangliösen Endplatte etwa des *Lynceus lamellatus* oder der *Sida crystallina* ein inneres Band des Zusammenhanges und der Uebergänge sich hindurchzieht.

In den bisherigen Fällen lag das Nervenende unterhalb der äusseren Bedeckungen, wobei es allerdings nicht selten vorkam, dass die Cuticula der äusseren Haut an den Stellen, wo das Ende des Nerven sich ausbreitet, besonders markirt erscheint ⁵⁾. Es findet sich gerne ansehnliche Hautkanäle, deren oberes Ende nicht geöffnet, sondern geschlossen ist und zwar auf einfachster Stufe auf einer winzigen Warze. Dieses Wärtchen kann durch Auswachsung zu kurzen Dornen, feinen und selbst zu sehr stattlichen Borsten von manchfacher Gestalt werden, die aber alle das Gemeinsame haben, dass sie Ausrüstungen des Nervenendes vorstellen.

1) Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. X, figg. 3, 4, 5; Taf. VIII, fig. 1, D. Ich füge noch bei, dass ich ferner auch an durchsichtigen, im Wasser lebenden Dipterenlarven die gleichen spezifischen Elemente in den Nerven dort erblicke, wo ich seiner Zeit bei *Cerithra* (Ztschrift f. wiss. Zool. 1851) von einer „charakteristisch-faserigen Zeichnung“ sprach, die „innerhalb einer leichten Verdickung“ an einem dort näher bezeichneten Nerven vorkomme. Ich musste damals bekennen, „dass ich nicht im Stande sei, die Zeichnung auszulegen“, jetzt kann ich mittheilen, dass es sich um eingelagerte „Nervenstifte“ handelt, die hier übrigens ziemlich blass sind. — 2) Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, S. 309. — 3) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, S. 406. Sieh. auch meine Tafeln zur vergleichenden Anat. Taf. X, fig. 2. — 4) Arch. f. A. u. Phys. 1860, Taf. IX, fig. 18 (*Dytiscus marginalis*), fig. 20 (*Eristalis tenax*), fig. 19 (*Musca vomitoria*). — 5) Sieh. das Nähere in meinen citirten Abhandlungen, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, 1856, 1860.

Hier an dieser Stelle darf auch der oben (S. 64) erwähnten «unbeweglichen Borsten» der Epithelien gedacht werden, sowie der Tastborsten der Würmer ¹⁾.

Einigermassen verschieden von den bezeichneten Tastborsten, doch vielleicht durch Uebergänge mit jenen verbunden, sind die eigenartigen Cylinder, Kegel und Zapfen, welche ich an den Antennen und Palpen der Krebse und Insecten als Endorgane von Nerven nachgewiesen habe ²⁾. Ja, insofern manche Formen derselben ³⁾ eine entfernte Verwandtschaft mit den vorhin gedachten Stäbchen und Stiften der unter der Haut liegenden Endplatten haben, so liesse sich auch sagen, es seien die gleichen Organe, aber herausgesetzt an die Oberfläche und deshalb mit besonderer Chitinhülle umgeben ⁴⁾.

Treten wir an die Wirbelthiere heran, so will es mir vorkommen, als ob gar manche der vorhin erörterten Verhältnisse wenigstens den Grundzügen nach wiederkehren.

Zunächst wären es die Stäbchen der Retina, welche hier in Betracht kämen, und die man nicht erwähnen darf, ohne der bekannten schönen Arbeiten Heinrich Müllers und Köllikers zu gedenken. Da ich indessen bereits anderwärts über die Verwandtschaft derselben mit den Nervenstäben im Auge der Arthropoden mich ausgesprochen habe ⁵⁾, gehe ich einstweilen nicht weiter darauf ein.

Dann sind es zweitens die unter dem Namen Vater' (Pacini')-sche Körperchen, Tastkörperchen und Endkolben bekannt gewordenen Nervenendigungen, welche uns zur Vergleichung aufrufen.

Was die Vater'schen Körperchen betrifft, so habe ich auch jetzt noch keinen Grund, von meiner früheren Auffassung abzulassen. Ich halte auch jetzt noch dafür, dass sie als das Ende „einer cylindrisch verdickten Nervenfasern“ mit verschiedener neurilemmatischer Umhüllung anzusehen sind ⁶⁾.

Bei den Endkolben ⁷⁾ bleibt als wesentlich eine fein granulierte Substanz übrig, in der sich Nuclei finden können. Sie entspricht nach meiner Meinung der fein granulären Zellschubstanz der Wirbel-

1) Arch. f. Anat. u. Phys. 1860, S. 288 Anmerk. Sieh. ferner m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. I, figg. 1, 2 (Turbellarien), Taf. II, fig. 6 (*Branchiobdella*), Taf. III, fig. 6 (*Chaetogaster*), etc. — 2) a. a. O. — 3) Es gilt dies namentlich von jenen der Daphniden u. Phyllopoden. Vergl. m. Naturgesch. d. Daphniden, etwa fig. 1, 26, 44, etc. — 4) Ich habe schon früher (Daphniden S. 44) die durch von la Valette entdeckten Anhänge der Fühler bei *Gammarus pulex* u. *G. pulex* in die Gruppe der oben erwähnten spezifischen Körper gestellt und möchte jetzt noch besonders bemerken, dass, wie ich unterdessen zufällig wahrnehme, schon vor längerer Zeit Milne-Edwards ähnliche Organe von viel stärkerer Entwicklung an den Fühlern von *Gammarus ornatus* als „*cupules membranaceae*“ angezeigt und abgebildet hat. *Annal. d. sc. nat.* 1830, Pl. X, fig. 2, b. — 5) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, z. B. S. 428, 429, 430; Histol. S. 250. — 6) Histol. S. 195. Ich bezeichnete damals schon diesen bedeutsamsten Theil des Vater'schen Körperchens als „Nervenkolben“. — 7) W. Krause, Die terminalen Körperchen der einfach sensibeln Nerven, Hannover 1860. Mit vollständigem Literatur-Verzeichniss. Ders. Anatomische Untersuchungen, Hannover 1861.

losen, welche durch Zusammenschmelzen der terminalen Ganglienkugeln entstanden ist.

Die in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten her beschriebenen Endplatten an den Muskelnerven glaube ich, vorbereitet durch meine Untersuchungen über den Bau der Muskeln, anders erklären zu müssen, als es bisher geschehen ist.

So lange mir nur die Mittheilungen Krause's¹⁾ bekannt waren, und ich noch keine Muske gefunden hatte, selbst nachzuprüfen, schien es mir, dass diese Endplatten der Säuger und Vögel einen gewissen spezifischen Charakter hätten, und ich war geneigt, sie mit den von mir beschriebenen und abgebildeten, sensiblen Endplatten etwa des *Lynceus lamellatus* zu vergleichen.

Als dann aber Engelmann²⁾ entgegen der ausdrücklichen Angabe Krause's, wornach die Endplatten aussen auf dem Sarcolemm lägen, geltend machte, dass dieselben als plattenförmige Verbreiterungen der Nerven an der Innenfläche des Sarcolemm's, zwischen diesem und der quergestreiften Substanz sich befänden, stieg bei mir der Gedanke auf, ob denn nicht diese sog. Endplatten der Muskelnerven ein Theil der von mir unter dem Sarcolemma nachgewiesenen granulären, kernhaltigen Substanz seien.

Ich untersuchte jetzt verschiedene Arthropoden (Käfer, Krebse) auf diesen Gegenstand, und muss, selbst auf die Gefahr hin einer zu grossen Verallgemeinerung beschuldigt zu werden, aussagen, dass meine Vermuthung sich bestätigt hat.

Man beginne mit Muskeln, bei welchen fragliche Lage unter dem Sarcolemm, nach obiger Darstellung Matrix dieser Hülle, besonders entwickelt ist, wie man es bei manchen Crustaceen, auch bei *Astacus fluviatilis* antrifft. Ich glaube hier mit Bestimmtheit zu sehen, dass die Scheide des Nerven continuirlich ins Sarcolemm übergeht und die pulverförmige Auflösung seines Endes ebenso continuirlich in die Matrix des Sarcolemms sich fortsetzt. Die Nuclei der sog. Endplatte und diejenigen der Matrix sind von gleicher Art und dasselbe gilt bezüglich der granulären Substanz. Hat man Muskeln vor sich, wo die Matrix des Sarcolemms wenig stark oder nur durch die Nuclei vertreten ist, dann erhält die sog. Endplatte mehr das Aussehen einer Bildung eigener Art, so z. B. bei Käfern (*Dyticus*). In noch höherem Grade ist wohl letzteres der Fall bei Wirbelthieren, auf welche ich bis jetzt die Untersuchung noch nicht selber ausgedehnt habe.

Mit dieser Fassung der Endplatten an den Muskelnerven er-

1) W. Krause, üb. d. Endigung der Muskelnerven, Ztschr. f. rationelle Mediz. 3. B. Bd. XVIII. — 2) Th. W. Engelmann, Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1863. No. 19. Der Zeit nach ist Rouget der erste Beobachter, *Compt. rend.* 1863.

öffnet sich mir auch die Aussicht, die von Max Schultze¹⁾ so sorgfältig beschriebenen nervösen Endplatten im elektrischen Organ der Fische zu deuten. In den elektrischen Platten dieser Thiere liegt nämlich eine homogene Membran und eine fein granuläre mit eingestreuten Kernen versehene Haut, in welche sich die Nervenfasern auflösen, so aneinander wie eine Cuticula und ihre Matrix, und ich nehme daher im Hinblick auf das über die Muskelnerven Gesehene an, dass sich auch hier die Endnetze der Nervenfasern in der Matrix einer Cuticularbildung auflösen. Mit andern Worten, die granuläre Haut der elektrischen Platten wäre ein Theil der Matrix jenes homogenen Fächersystems, welches das ganze Organ durchsetzt.

Die Ansicht, welche ich hier über die Verwandtschaft der nervösen Endplatten mit der Matrix von Cuticularbildungen vorlege, lässt sich von einem allgemeineren Standpunkt aus selbst für die spezifischeren Nervenendigungen, wie sie durch mich von Arthropoden bekannt geworden sind, ausdehnen. Man betrachte z. B. die Figur, welche ich, wie ich beisetzen darf, getreu nach der Natur, über das Ende der Halterenerven von *Eristalis tenax* gegeben habe²⁾. Hier liegen unmittelbar hinter der Cuticula, ohne Dazwischenkunft einer besondern Matrix, die nervösen und Stäbchen einschliessenden Endkolben. Man könnte demnach auch hier sagen, die gangliösen Enden seien eine umgewandelte und besonders abgegrenzte Partie der Matrix der Cuticula, oder was dasselbe ist, das gangliöse Ende (die „Endplatte“) liege innerhalb der bezeichneten Matrix.

Endigung der Nerven in Epithelien. Diese Darlegung wäre vielleicht auch geeignet, nach einer andern Seite hin ein Licht zu werfen. Man glaubt in neuerer Zeit gesehen zu haben, dass bei Wirbelthieren die Nervenfasern auch jenseits bindegewebiger Straten, in den Epithelien nämlich endigen. Ich habe eine derartige Beobachtung schon längst an den von mir entdeckten Nervenknöpfen in den sog. Schleimkanälen der Knochenfische gemacht, ferner am Geruchsorgan³⁾. In beiden Fällen schien es mir, dass die Nerven in das Epithel hereintreten und zwischen den Zellen aufhörten. Bestimmter hat sich hierüber Max Schultze⁴⁾ ausgesprochen; nach ihm unterliegt es keinem Zweifel, dass im Gehörorgan die Achsen-cylinder der Fasern des *Nervus acusticus* an der Grenze von Bindegewebe und Epithel angekommen, ersteres verlassen und in letzteres eindringen um hier als Fadenzellen zu enden. Aehnlich lauten seine Angaben über die Endigung der Fasern des Geruchsnerven⁵⁾.

1) M. Schultze, zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. Erste Abth. (*Mastomys*, *Gymnotus*). Abhandl. d. naturf. Ges. in Halle, 1858. 2. Abth. (*Torpedo*), Ibid. 1859. — 2) Archiv f. Anat. u. Phys. 1860, Taf. IX, fg. 20. — 3) Vergl. meinen Bericht über d. Leistungen in d. Histologie für 1856, S. 32 u. Lehrb. d. Histol. S. 57, fg. 31; S. 219. — 4) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1858. — 5) M. Schultze, Unters. üb. d. Bau d. Nasenschleimhaut etc., aus d. Abhandl. d. naturf. Ges. in Halle, Bd. VII, 1862.

So lange man daran festhält, zwischen den Epithelien und dem Bindegewebe eine scharfe Grenze überall zu erblicken, wird eine derartige Fingungsweise der Nerven von vornherein als unwahrscheinlich gelten muß. Wenn man indessen überlegt, dass bei Wirbellosen gewisse Nerven zweifelhaft in der Matrix der Cuticula enden, diese Matrix aber, wie begründet wurde, dem Epithel und der darunter liegenden Bindegewebsschicht zusammen bei Wirbelthieren entspricht, so werden die theoretischen Bedenken nicht mehr allzu hoch anzuschlagen sein.

Zweiter Abschnitt.

Organe und Organsysteme im Allgemeinen.

Erstes Kapitel.

Die Organe im Hinblick auf den Thierleib schlechthin.

Es ist im gewöhnlichen Leben schon öfters sehr schwierig, sich mit Andern über Dinge zu verständigen, die man in unmittelbarer Nähe vor sich hat. Geradezu unmöglich wird aber nicht selten dieses Bestreben dann, wenn wir von den Objecten zurücktreten und damit einen entfernteren Standpunkt einnehmen. Derselbe Fall tritt ein, sobald es sich um allgemeinere Anschauungen handelt, und ich glaubte diese Bemerkung vorausschicken zu sollen, da voraussichtlich nicht Jeder allen den folgenden Sätzen zustimmen wird, ohne dass ich mich versucht fühlte, darüber zu rechten. Allgemeine Wahrheiten sind häufig nur Halbwahrheiten, weil mehr oder minder subjectiv.

Die im Vorangegangenen abgehandelten Gewebe vereinigen sich in bestimmter Weise zu neuen morphologischen Einheiten und erzeugen so das, was man Organe oder im gröberen Sinne Theile des Organismus nennt; und indem abermals Organe zu grösseren verwandtschaftlichen Gruppen zusammentreten, kommen die Organsysteme zu Stande.

Organe wie Organsysteme haben gleich den einzelnen Geweben zum Zweck, gewisse physiologische Leistungen auszuüben. Es kommen an ihnen keine andern Lebensäusserungen zum Vorschein, als solche schon von den Geweben ausgehen. Auch wiederholt die neue Einheit gerne die Form der Gewebselemente, und so kehrt im Muskel die längsgestreckte Gestalt der elementaren Muskelfaser, im Nerv die Form der Nervenprimitivfaser wieder, im Ganglion die Gestalt der Ganglienkugeln.

Eintheilung der Organe. Es giebt meiner Meinung nach nur drei Haupt- oder Grundorgane; diese sind 1) die Drüse, 2) der Muskel, 3) der Nerv sammt Ganglion.

Zur Erklärung, in welcher Bedeutung ich das Wort „Drüse“ nehme, mag bemerkt sein, dass es für mich der Name für alle die hautförmig oder sonstwie gruppirten Zellen ist, welche die Extra- und Intracellulärsubstanzen von gas- und tropfbar-flüssiger, halb- und weicher bis ganz fester Beschaffenheit abscheiden. Die „Drüse“ repräsentirt die vegetative Sphäre im thierischen Körper, Nerv und Muskel die animale.

Die Organsysteme des thierischen Körpers zerfallen somit in

a) animale:

1) Nervensystem;

2) Muskelsystem.

b) vegetative:

3) das System der äusseren Haut, der sog. Schleim- und serösen Häute und ihre mancherlei Aus- und Einsackungen, oder die Drüsen im engeren Sinne; das Blut- und Lymphgefäßsystem;

4) das Skeletsystem.

Eine ganz strenge Scheidung ist auch hier so wenig wie bei den Geweben — und blicken wir weiter — so wenig als zwischen thierischem und pflanzlichem Leben überhaupt zu ziehen. In allen Organen sind vegetative und animale Gewebe gemischt vorhanden. Eines ist von dem andern abhängig und ein Unterschied zeigt sich eigentlich nur darin, dass in dem einen Organ das animale, in dem andern das vegetative Element vorwaltet.

So gehen in die Bildung des Nervensystems nicht bloss die spezifischen nervösen Gewebstheile ein, als da sind Nervenfasern und Ganglienkugeln, sondern zweitens auch Bindegewebe zur Verknüpfung und Umhüllung der nervösen Elemente. Das Bindegewebe ist auch der Träger der Blutgefässe. Das gleiche ist der Fall mit dem Muskelsystem oder dem Fleisch des Thierkörpers. Es besteht dasselbe aus den eigentlich contractilen Elementen, oder aus animaler Substanz und zweitens aus Bindegewebe, welches zur Verknüpfung und Befestigung der spezifischen Muskeltheile in Form von Hüllen und mancherlei Hilfsorganen dient ¹⁾.

Wie die elementare Zelle sich mit einer schützenden Membran umgiebt, so grenzt sich auch der zusammengesetzte thierische Leib durch das „Integument“ oder die äussere Haut ab. Ihr Bau ist ein höchst manchfaltiger: von einem dünnen homogenen Häutchen an bis zu dicken aus bindegewebigen und epithelialen Lagen bestehenden äusseren Bedeckungen giebt es zahlreiche Mittelstufen.

Nach der einen Seite hin wird die äussere Haut durch besondere Härtung (Chitinisirung) oder Ablagerung von Kalk zu einem äusseren Skelet.

¹⁾ Mit den Muskeln verwandte Organe sind die elektrischen Apparate der Fische. Vgl. m. Histol. 8, 45.

Andrerseits erscheint die äussere Haut als eine grosse, Stoffe von aussen aufnehmende und Stoffe abgebende Fläche, oder als Drüse. Sie concentrirt und modifizirt diese Thätigkeit dadurch, dass sie an vielen Stellen sich einstülpt und damit Hautdrüsen erzeugt, wie solche in der allermanchfaltigsten Weise sich finden.

Sobald eine Thierform in der Sonderung ihrer Elemente etwas vorgeschritten ist, entstehen im Innern des Leibes Höhlungen, die entweder geschlossen bleiben, oder mit der Aussenwelt zusammenhängen. Durch grosse Hohlräume, welche nach aussen offen stehen, wird auch das Innere des Organismus befähigt, in lebhaftere Wechselwirkung mit der Umgebung zu treten; die Luft, das Wasser, festere Stoffe werden in diesen Räumen seiner Einwirkung unterworfen, er behält davon zu seinem Bedarf, gestaltet sie um, giebt dieselben auch wieder von sich. Die Vorgänge an der äusseren Haut wiederholen sich auf diese Weise in erhöhterem Grade an den inneren Flächen des Organismus. So hat sich eine verdauende Höhle oder ein Nahrungskanal angelegt zur Aufnahme und Verwendung festerer Stoffe; athmende Höhlen oder Lungen zur Vermittelung des Austausches von Gasen.

Und wie abermals an der Zelle, wenn Hohlräume im Innern auftreten, solche durch festere Grenzen sich abzeichnen — man denke z. B. an die von mir beschriebenen einzelligen Drüsen der Insecten — so grenzen sich alle die genannten Höhlungen im Thierleib durch eine besondere Haut ab, die mit der äusseren Haut ununterbrochen zusammenhängend, als Schleimhaut der ersteren gegenübergestellt werden darf. In ihr überwiegt das „drüsige“ Element. Nicht bloss dass sie sich in zahlreiche kleinere und grössere Drüsenräume einstülpt, sie sackt sich zu grossen Drüsenmassen aus, die auf den ersten Blick sehr selbständiger Art zu sein scheinen, nichts desto weniger aber in unzweifelhafter Weise als Ausstülpungen der Schleimhäute zu gelten haben. So erzeugt die Schleimhaut der verdauenden Höhle oder des Nahrungsrohrs die sog. Speicheldrüsen, die Leber. Die Schleimhaut der athmenden Höhlen oder der Lungen gewährt bei höheren Thieren in ihrem Gesamtumriss geradezu das Bild einer grossen traubenförmigen Drüse.

Wenn auch die Schleimhäute vorzugsweise drüsige Häute sind, so fehlt es andererseits doch auch nicht an Beispielen, dass Schleimhäute skeletartige Bildungen durch theilweise Chitinisirung oder durch Kalkablagerungen hervorbringen können. Dergleichen sind die Zähne im Anfangsstück der verdauenden Höhle, sowie die mancherlei festeren Gestelle im Kaumagen verschiedener Thiere.

Um die Zersetzungsproducte des Stickstoffes organischer Theile aus dem Körper zu entfernen, dienen die Nieren. Sie sind z. B. bei den Insecten und Spinnen so gut, wie etwa die Leber, Aussackungen des Darmrohres, und, wie wir durch Remak wissen,

auch bei Wirbelthieren nehmen sie ihre Entstehung vom Darmrohr. Das Nahrungsrohr und seine Drüsen, die Lunge, die Integumente bestehen nun zwar in ihrer Grundanlage aus Elementen, die oben als vegetative Gewebe zusammenfasste; aber überall treten ihre Zusammensetzung auch Muskeln und Nerven, somit animalische Gewebe ein, ja einzelne Stellen z. B. der äusseren Haut können nervenreich werden, dass man denselben den Charakter von animalischen Provinzen beilegen könnte, was ich zur Bestätigung des vorhin Bemerkten, dass eigentliche Scheidewände in solchen Eintheilungen kaum aufzurichten sind, jetzt schon anführe.

Die im Innern des thierischen Leibes vorkommenden geschlossenen Höhlen sind die kleineren und grösseren Räume für Aufnahme des durch die Verdauung gewonnenen Nahrungssaftes also für's Blut und Lymphe. Selbst die sog. serösen Höhlen der Wirbelthiere lassen sich vom vergleichend anatomischen Standpunkt aus ohne Zwang unter diese Reihe bringen.

Wenn dies etwas befremdlich vorkommen sollte, bitte ich folgendes erwägen. Bei zahlreichen wirbellosen Thieren, z. B. den Schnecken, ist die Leibeshöhle zugleich ein grosser Blutraum. Ich habe von *Paludina* gezeigt, wie das Blut die im Abdominalraum liegenden Eingeweide unmittelbar umspült¹⁾. Man könnte demnach ebenso gut sagen, das Nahrungsrohr, das Gehirn etc. lägen in einem grossen Blutsinus. Verengt sich der blutfüllende Leibesraum bedeutend, so kann er so gefässartig werden, dass man seine eigentliche Entstehung vergessend, nur von einem Blutraum spricht, der ein bestimmtes Eingeweide umschliesst. Solches ist, wie ich dargethan der Fall mit gewissen Hirudineen, allwo das Gehirn und Bauchmark innerhalb eines «Blutgefässes» liegen, das eigentlich nur der Rest der Bauchhöhle ist²⁾. Ferner habe ich an *Stylaria proboscidea* dargestellt, wie die Leibeshöhle in der Oberlippe sich zu einem Netzwerk gefässartiger Räume umgewandelt hat³⁾. Durch diese Thatfachen ist bewiesen, dass die Abdominalhöhle und die Bluträume eine und dieselbe Wurzel haben, und dass die Abdominalhöhle eines Weichthieres für homolog der Bauchhöhle eines Wirbelthieres gelten muss, so ist auch meine Ansicht von der Zusammengehörigkeit der serösen oder geschlossenen Räume mit den Bluträumen kaum verwerflich. Noch auf eines möchte ich hiebei aufmerksam machen. Bei höheren Thieren findet ein Sichöffnen der serösen Höhlungen und der Bluträume nach aussen, so viel bis jetzt bekannt, nirgends statt. Wohl aber kommt solches da und dort bei Wirbellosen vor. Ich habe z. B. von *Cyclidium* gezeigt, dass die zwischen der Musculatur des Fusses befindlichen Lacunen des Blutsystems durch Kanäle der Haut nach aussen münden. Jüngst habe ich⁴⁾ entdeckt, dass bei gewissen Ringelwürmern (*Enchytraeus*, *Lumbriculus*) die Leibeshöhle durch eine Oeffnung am Kopf mit der Aussenwelt zusammenhängt. Wir sehen daraus, dass die Höhlen mit natürlicher Oeffnung an der Körperoberfläche und die geschlossenen oder serösen Räume durch Zwischenglieder sich verbinden lassen.

Das Skeletsystem umfasst nicht bloss das sog. innere Skelet oder die knöchernen und knorpeligen Theile, welche :

¹⁾ Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. II, S. 174; fig. 49 auf Taf. XIII. — ²⁾ Das Nervensyst. d. Amphibien, Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, S. 103. — ³⁾ Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. I, IV, fig. 5, c. — ⁴⁾ Sieh. m. Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. IV, fig. 2, a; fig. 3, a; fig. 6, a.

einem Ganzen verbunden durch ihre Festigkeit und Härte den eigentlichen Stützapparat des thierischen Leibes bilden und ihm den Hauptumriss und die Grundform geben, sondern auch die schon gedachten Skeletbildungen der äusseren Haut, sowie der Schleimhäute.

Aber der Begriff von Skelet als des Tragenden und Gestaltgebenden im Leibe lässt sich auch füglich auf zahlreiche andere bindegewebige, wenn auch weichere Theile ausdehnen, insofern im Kleinen die Organe durch fibröse Häute, *Tunicae propriae* u. dergl. ebenso gestützt und in ihrer Form gewahrt werden, wie im Grossen der ganze Körper durch die festeren Hartgebilde.

Die vorausbezeichneten Organsysteme haben alle zum Zweck, das individuelle thierische Leben zu erhalten. Die Thiere ernähren sich und wachsen. Als eine Modifikation des Wachstumsprozesses ist die Fortpflanzung anzusehen. Sie geschieht in niederer Form durch Theilung und Sprossenbildung, in höherer durch geschlechtliche Vermehrung. Den Uebergang von der niederen zu der höheren Art der Fortpflanzung vermitteln die Erscheinungen vom Auftreten innerer Knospen oder Keime. Bei der geschlechtlichen Vermehrung kann nur durch Zusammenwirken zweierlei Drüsenstoffe, des Samens und des Eies die Entstehung eines neuen Individuums eingeleitet werden.

Zweites Kapitel.

Die Organe im Hinblick auf die Thiergruppen.

Im Bisherigen wurde das Thier einfach als ein Körper dargestellt, der einen „vorübergehenden Hauch der Schöpferkraft“ in sich hat, wodurch er lebt, wächst, seines Gleichen hervorbringt, dann stirbt und verwest. Als Unterlage für das „Leben“ dienten die Organsysteme.

Manchfaltigkeit und Abänderung der Organe. Aber wir vergleichen auch Thierform mit Thierform. Was uns nun hiebei auffällt, wenn wir einen Blick auf den inneren Bau der Thierwelt werfen, ist zuerst die grosse Manchfaltigkeit in der Abänderung der einzelnen Organsysteme.

Das Nervensystem zwar immer aus einem centralen Abschnitt und peripherischen Theilen bestehend, zeigt hier ein massiges Gehirn und Rückenmark, dort ein durchbohrtes Gehirn und ein Bauchmark, bis es sich unter Dazwischentreten zahlreicher Mittelstufen auf ein Ganglienpaar mit den davon ausstrahlenden Nerven zurückzieht.

Um die Eindrücke der Aussenwelt zu erfassen, sind an den peripherischen Enden gewisser Nerven bestimmte Apparate oder Sinnesorgane angebracht; es entstehen so Tast-, Geschmacks-, Geruchs-, Gesichts-, Gehörorgane, wobei die Vorrichtung bald sehr einfacher, bald sehr zusammengesetzter Art sein kann.

Das Muskelsystem sehen wir in seiner Anordnung abhängig von der Weise und Stärke der Bewegungen, welche das Thier auszuführen hat. Darnach werden die Muskelkörper hier grösser, dort schwächer, individualisiren sich bald mehr, während sie in andern Fällen weniger scharf in besondere Abtheilungen zerfallen.

Der Verdauungsapparat im engeren Sinn kann ein einfacher Sack sein, ohne dass eine zweite oder Analöffnung da wäre. Von dieser Form an giebt es zahlreiche Abänderungen bis dahin, wo der Darmkanal sich gliedert in Mundhöhle, Schlundkopf, Schlund, Kropf, Magen, Dünndarm, Dickdarm, Mastdarm. Auch die absondernden Nebenorgane des Speisekanals, die Speicheldrüsen und Leber zeigen mancherlei Modifikationen.

Der durch die Verdauung der Speisen gewonnene und zur Ernährung der verschiedenen Körpertheile bestimmte Saft oder das Blut wird entweder bloss in die Leibeshöhle und deren Ausläufer aufgenommen, wo es durch Contractionen des Leibes hin und her fluctuirt, oder es wird in regelmässiger Weise im Körper herumgetrieben: das Blut circulirt. Hierzu sind pulsirende Centralorgane oder Herzen nothwendig. Die Blutbahnen können sich durch besondere Häute abgrenzen, es entstehen Gefässe: Arterien, Venen, Lymphgefässe.

Eine grosse Manchfaltigkeit zeigen ferner die Respirationsorgane. Die Kiemen erscheinen als Körperanhänge oder Fortsätze nach aussen, die Lungen lassen sich mit eingestülpten Kiemen vergleichen. Eine grosse Gruppe von Thieren athmet durch ein in alle Körpertheile dringendes und Luft aufnehmendes Röhrensystem, durch die sog. Tracheen.

Die Harnorgane scheinen bei manchen Thieren mit den sog. Respirations- oder Wasserkanälen in directer Verbindung zu stehen und wären hier als Ein System zu betrachten. Häufiger treten die Harnwerkzeuge als gesonderte Drüsenapparate auf.

Bei der geschlechtlichen Vermehrung sehen wir die Fortpflanzungsorgane, Eierstock und Hoden sammt den dazu gehörigen Ausführungsgängen und Begattungsorganen entweder in Einem Individuum vereinigt, Zwitterbildung, oder auf verschiedene Individuen vertheilt: es herrscht Trennung der Geschlechter.

Symmetrie des Thierkörpers. Abgesehen von dieser hier nur kurz entwickelten Manchfaltigkeit, welche die Organsysteme in ihrer Anordnung und Form darbieten, giebt es ein zweites Moment, das unser Interesse in Anspruch nimmt.

Wenn uns ein Kunstwerk aus Menschenhand erfreuen soll, so muss es, indem ich mich der Worte eines Andern bediene, „im höheren Sinne gegliedert sein“, d. h. es muss aus Theilen bestehen, die sich wechselseitig auf einander beziehen. Hierzu wird erfordert, dass es eine Mitte habe, ein Oben und Unten, ein Hüben und Drüben, woraus zuerst Symmetrie entsteht.

Der thierische Leib, dieses Kunstwerk höchster Art, zeigt uns ebenfalls im äusseren und inneren Bau ein symmetrisches Verhalten.

Im Allgemeinen entweder mehr von Kugelform oder von cylindrischer Ausdehnung, oder von einer Gestalt, in welcher diese beiden Grundgestalten sich verbinden, stimmen die verschiedenen Thierformen doch darin überein, dass gewisse Theile gegen eine centrale Linie oder Achse sich paarig oder nach mehreren Seiten in gleicher Entfernung stellen.

Das paarige Ebenmass nennt man auch wohl die bilaterale Symmetrie; Thiere von dieser Form haben zwei gleiche aber einander entgegengesetzte Hälften, ein Links und ein Rechts, ein Oben und Unten, ein Vorn und Hinten.

Lagern sich die Theile nach mehr als zwei Seiten, also strahlenförmig um eine centrale Achse, so entsteht die radiäre Symmetrie.

Beide Formen sind durch Zwischenstufen verbunden; man trifft auf Thiere von strahligem Typus, ich wähle als Beispiel die Herzigel (*Spatangida*), bei welchen einzelne Organsysteme (Generationsorgane) in den bilateralen Typus sich hinüberbilden und selbst schon äusserlich eine Hinneigung zur seitlichen Symmetrie sich ausdrückt; andererseits lassen sich Fälle nachweisen, wo bei deutlich bilateralem Grundbau im Einzelnen eine radiäre Stellung der Theile auftritt.

Zurückführung des Manchfaltigen auf Wurzelpunkte. Während nach dem Angedeuteten jeder Naturforscher bei seinen Untersuchungen fortwährend die Erfahrung macht, dass in den Besonderheiten aller organischen Bildungen eine überaus grosse Manchfaltigkeit waltet, stellt sich ihm doch auch wieder die wunderbare Tatsache fest, dass immer und überall die mancherlei Formen und Besonderheiten denn doch auf gewisse Mittelpunkte zurückführen, um welche herum sie sich gruppieren und von denen sie sich abstufen.

Der Naturforscher müsste „nicht sehr wissbegierig sein“, welcher sich nicht die Frage vorlegte: woher rührt die trotz aller Abänderungen geheimnissvolle Aehnlichkeit der Thiere untereinander?

Im Anschluss an das hierüber schon in der Einleitung (S. 5) Vorgebrachte sei hier noch folgendes bemerkt.

Es stehen sich in dieser alten, ernsten Frage zwei Ansichten

gegenüber. Die Mehrzahl der Naturforscher hat bisher der Ansicht von einer selbständigen Schöpfung der einzelnen Arten gehuldigt. Jede Thierart sei für sich, die eine neben der andern, entstanden und ein für sich abgeschlossenes unveränderliches Ganzes; trotz allem Schwanken in Einzelheiten bestünden zwischen den verschiedenen Thierarten „unübersteigliche Grenzen“, es herrsche ein für allemal zwischen den einzelnen Spezies eine „unerschütterliche Ordnung und nie gehe eine Art in eine andere über. Von Zeit zu Zeit seien sämtliche Erdenbewohner weggefegt worden und durch abermalig Schöpfungen in grossem Massstabe und plötzlicher Modifikation die Organisation seien neue Wesen schubweise in die Welt gesetzt worden.

Genau genommen giebt uns diese Lehre von den selbständigen Schöpfungen der Thierarten in der uns hier berührende Frage keine Aufklärung; vielmehr können wir dann bloss sagen, dass es nun einmal dem Schöpfer gefallen hat, dieses und jenes Thier so zu gestalten, wie es eben ist. Das Streben des Naturforschers kann kein anderes Ziel haben, als „den Gedanken dieser Schöpfungen nachzudenken“, oder die Ideen, welche in der belebten Natur ausgedrückt sind, zu erkennen.

Fasslicher für uns ist die von Darwin in unsern Tagen aufgestellte Theorie von der „natürlichen Züchtung“. Sie ist es, welche uns eine bis zu einem gewissen Grade befriedigende Erklärung der Hand giebt. Indem die neue Lehre die Stabilität der Art bestreitet, sieht sie den Organismus als etwas Bildsames, als etwas Veränderliches an. Durch Abänderung des Einzelwesens entstehen Varietäten und Monstrositäten; durch Häufung aufeinander folgender Abänderungen, das was wir Spezies zu nennen gewohnt sind. Die Spezies sind nicht unabhängig von einander, nach „Ideen oder Typen“ erschaffen, sondern sind einerseits durch Häufung unendlich kleiner vererbter Modifikationen, andererseits durch Abänderungen im Ringen ums Dasein auseinander das geworden, was sie sind. Alle Thiere stehen somit in Blutsverwandtschaft zu einander, oder in einem genealogischen Zusammenhang. Ihre Aehnlichkeiten rühren her von der Einheit der Abstammung, ihre Unähnlichkeiten sind Folge der Anpassung an die Existenzbedingungen.

Es liesse sich auch daran erinnern, dass nicht zwei Individuen einander gleich sind, und dass nicht zwei Partien eines und des selben Individuums sich genau entsprechen. Kein Organ ist absolut symmetrisch, zwei Organe sind nicht vollkommene Wiederholungen des einen vom andern und kein Organismus ist mit dem andern „in vollständigem Gleichgewicht.“

Die Darwin'sche Hypothese hat den Vorzug, dass sie uns die grossen und allgemeinen Züge in der Verwandtschaft aller Thiere und ihre Sonderung in Gruppen und Untergruppen einigermaßen begreiflich macht. Sie lässt uns ahnen, worauf die so ausserordentlich

verwickelten und strahlenförmig auseinandergehenden Verwandtschaftsverhältnisse beruhen mögen; woher es komme, dass es nie hat gelingen wollen, die Gruppen des Thierreiches, obschon dasselbe immer als ein weit verzweigtes und tiefgegliedertes Ganzes erkannt wurde, im strengeren Sinne und durchweg übereinander zu ordnen, sondern sich häufig nur ein „nebeneinander“ erzielen liess. Die zahllosen Modifikationen zwischen allen Organisationen, die seltsame Erscheinung, dass Organisation und Lebensweise öfters durchaus nicht im Einklange stehen, werden verständlich. Ebenso warum ein Organ zu einer ganz andern Verrichtung umgeändert werden kann, als es ursprünglich gebildet ist. Auch auf die rudimentären Organe fällt ein unerwartetes Licht.

Wären die Organismen aus selbständigen unabhängigen Schöpfungen hervorgegangen, wären sie nach „Urideen, oder Typen“ geformt, so müsste, wie schon Andere bemerkt, z. B. das Verfahren Joh. Müller's, „absolute anatomische Merkmale“ für die natürliche Verwandtschaft der Thiere zu finden, bessere Früchte getragen haben. Aber die Thiere scheinen eben nicht nach Typen, sondern durch „natürliche Züchtung“ und Anpassung an die verschiedenen und wechselnden Verhältnisse sich gestaltet zu haben.

Noch einmal: will man nicht von vorne herein auf die Möglichkeit einer Erklärung der thierischen Organisation verzichten, so giebt nur die Darwin'sche Hypothese werthvolle Elemente für das Verständniss an die Hand. Alles, was man sonst über die sog. Endursachen thierischer Bildung vorgebracht, sind hoffnungslose Versuche geblieben.

Homologie. Analogie. Man hat seit der Zeit Cuvier's im Hinblick auf den sog. Bauplan, welcher den thierischen Organisationen zu Grunde liegen soll, auf den grossen Unterschied zwischen homologen und analogen Organen aufmerksam gemacht oder, wie man auch sonst sagt, auf den Unterschied zwischen morphologischer und physiologischer Verwandtschaft. Die Flügel der Vögel und die Hand der Affen sind einander homolog, trotzdem dass sie verschiedenen Zwecken dienen; hingegen sind die Flügel der Vögel und die Flügel der Schmetterlinge einander bloss analog, insofern beide Flugorgane sind. Die Schwimmblase der Fische und die Lungen der Reptilien sind sich morphologisch gleich, stehen aber physiologisch weit auseinander. Die Homologie beruhe somit auf der Einheit des Typus, oder auf der Uebereinstimmung im Grundplan; die Analogie auf der Aehnlichkeit der Verrichtungen der Organe, auf der Anpassung an die Lebensbedingungen. In der concreteren Sprache Darwin's fusst die Homologie der Organe auf Einheit der Abstammung und Vererbung, die Analogie auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe unter directer Einwirkung äusserer Lebensbedingungen.

Uebergangsformen. Es giebt wohl kaum ein Organ, zu welchem nicht Uebergangsformen führten, eine Thatsache, die jeder Naturforscher von Erfahrung bekannt ist. „*Natura non facit saltum*“ und die geistreiche Bemerkung Milne Edward's: „die Natur ist verschwenderisch in Abänderungen, aber geizig in Neuerungen“ drückt diese Wahrheit ebenfalls aus. Wie durch Umwandlung der ursprünglich gleichen Furchungszellen die verschiedenen Gewebe entstehen, so zeigt sich in den Organen ein Streben nach Umbildung. Die gleichartigen Leibesringel eines Gliederthieres werden durch Abänderung und Umbildung zu entwickelten Körperabschnitten. Die Mundtheile der Insecten sind auf den ersten Blick ganz ausserordentlich verschieden von einander und doch werden sie alle durch zahlreiche Umbildungen einiger weniger Grundtheile gebildet.

„*Gesetz der Compensation.*“ Bei solchen Uänderungen der Organe machen sich gewisse, freilich noch ganz dunkle, Wechselbeziehungen bemerklich, indem die Entwicklung und das Wachsthum des einen Theiles sich mit Umbildung anderer Theile verkettet zeigt. Die Naturforscher haben in diesem Sinne auch wohl von einer *Gesetz der Compensation* gesprochen: die Natur sei, wie Göth sich erklärt, genöthigt, auf der einen Seite zu ersparen, was sie an der andern mehr giebt. Darwin hingegen sucht das allgemeine Princip zu begründen, dass natürliche Züchtung eigentlich forwährend in jedem Theil der Organisation spare; dass sie verringert, wenn eine Bildung überflüssig geworden ist und nach Bedürfnis ein Organ durch Erhaltung und Zusammensparung leichter ausbilde, ohne die Verminderung eines andern benachbarten Theiles als notwendige Compensation zu verlangen.

Niedere Organisation, höhere Organisation. Man gebraucht in der Morphologie durchgängig die Bezeichnungen: unvollkommener Organisation, vollkommener Organisation, niedere Thiere, höhere Thiere; es ist aber äusserst schwierig, diesen Benennungen eine allzeit sichere Bedeutung zu geben.

Man kann zwar sagen, ein Thier steht um so höher, je mannichtfaltiger seine Organe ausgebildet sind und je zahlreicher dadurch die Berührungspunkte desselben mit der äussern Welt werden; ebenso ein Organ sei um so vollkommener, je mehr es nur zu einem bestimmten Dienst eingerichtet ist und nicht vielerlei Verrichtungen zugleich auszuführen hat.

Von diesem Gesichtskreis aus wäre somit der Massstab zur Bemessung, ob man eine vollkommene oder unvollkommene Organisation anzunehmen habe, der Grad der Differenzirung und Specialisirung der Theile eines organischen Wesens. Wenn so z. B. in thierischen Körper mit einem und demselben Organ die Speiseverdauung und die Athmung besorgt wird, so ist die Organisation unvollkommener gegenüber von derjenigen, wo für beide Thätigkeiten

gesonderte Einrichtungen vorhanden sind. Je vollständiger demnach in einem Organismus die Theilung in die physiologische Arbeit durchgeführt ist, um so vollkommener werden wir ihn nennen.

Dieses anscheinend recht brauchbare Kriterium lässt sich aber wenig anwenden und passt nur für eine geringe Zahl von Fällen. Auch bei der Mehrheit der sog. niederen Thiere steht die Organisation auf der Stufe, dass für die einzelnen Lebensverrichtungen schon besondere Werkzeuge oder Organe vorhanden sind. Setzen wir z. B. Fische und Blutegel einander gegenüber, so zeigt die feinere Anatomie, dass beim Blutegel, dem man, verglichen mit dem Fisch, eine unvollkommnere Organisation zuzuschreiben pflegt, eine ebenso hohe Differenzirung und Spezialisirung der Organe entgegen ist, wie beim Fisch. Ein Unterschied liegt nur darin, dass bei dem Fisch einerseits eine massigere Entwicklung gewisser Organe auftritt, andererseits auch neue Organe hinzukommen.

Hätten wir noch bloss mit Hilfe des freien unbewaffneten Auges die Tierwelt zu mustern, so würden wir uns den Begriff von höheren und niederen Thieren leichter aneignen können. Fast alle „kleinen“ Thiere scheinen uns dann von einfacher Organisation zu sein, mithin niedere Thiere vorzustellen. Aber „Mikroskope und Fernröhren verwirren eigentlich den reinen Menschensinn“, wir wissen jetzt, dass das „Kleine“ nicht zugleich das Einfache ist und sind dadurch fast rathlos geworden, den Begriff, um den sich hier handelt, schärfer zu fassen.

Es giebt keine höheren und niederen Thiere, sagen daher mit einem gewissen Recht auch Manche; jedes Geschöpf ist vollkommen in seiner Art. Und doch wird die thierische Morphologie des Begriffes von niederen und höheren Thieren, oder die Idee vom Auf- und Absteigen der Organisation nicht entzathen können. Nach meiner Meinung wird man dieselbe vielleicht immer noch am besten von der Entwicklung der Einzelwesen und der Tierwelt im Ganzen herleiten.

Wie wir das Ei für einfacher organisirt halten als die Larve und diese wieder für einfacher als das fertige Thier, so werden die Wesen, welche am frühesten, schon „in der Morgenröthe des Lebens“, aufgetreten sind, für die unvollkommensten Thiere anzusehen sein, während die am grossen Baume des Lebens nach und nach durch Generation zum Vorschein gekommenen Geschöpfe als die immer vollkommener gewordenen zu gelten hätten.

Somit würde sich der Grad der Vollkommenheit eines Thieres darnach bemessen, ob es näher oder ferner den embryonischen Charakteren steht, und zweitens nach der Zeit seines Erscheinens auf der Erde. Namhafte Naturforscher, wie z. B. Agassiz, haben daher auch immer diese beiden Momente als besonders wichtig für die Klassifikation hervorgehoben, ja der genannte Forscher möchte

es sogar als Naturgesetz aussprechen, dass alte und erlosene Lebensformen den Embryonen ihrer jetzt lebenden Nachkommen gleichen.

Thiertypen. Mag man auch überzeugt sein, dass die Thiere nicht nach einer begrenzten Zahl von Grundformen oder Typen geschaffen seien, sondern in zusammenhängender Folge auseinander hervorgegangen sind, so bleibt es doch Erfahrungssatz, dass schon oben bemerkt, sich die mancherlei Gestalten um gewisse Mittelpunkte gruppieren, die sich abermals in kleinere Kreise auflösen. Es möge denselben immerhin die herkömmliche Bezeichnung „Grundtypen“ in völliger Ermangelung eines der Ansicht Rechnung tragenden Ausdruckes verbleiben.

Pflanzenreich und Thierreich verhalten sich wie zwei Hügel, die am Fusse zusammenstossen, während die Gipfel beider getrennt sind. Die Thiere, welche aus dem indifferenten Wurzelgebiete zu erheben beginnen, nennt man Protozoen. Die Bezeichnung passt freilich keineswegs für alle derzeit darunter begriffenen Formen, da ihre Organisationsverhältnisse schon zum Theil ganz complizirt Natur sind.

Anschliessend an die Protozoen, doch als höher im System stehend gelten die Coelenteraten und Echinodermen. Von den Protozoen schicken unverkennbar einzelne Zweige noch weiter herauf, bis zu den Würmern und selbst bis zu den Weichthieren, so dass sie auch mit diesen beiden Typen noch verwandtschaftlich zusammenhängen. Zwischen Echinodermen und Würmern giebt es ebenfalls deutliche Bindeglieder.

Der Typus der Würmer entwickelt sich weiter zum Typus der Arthropoden. Doch zweigen sich einige Wurmformen ab, welche zu den Weichthieren hinneigen.

Als hervorgegangen aus den Arthropoden oder als umgewandelte Arthropoden sind die Wirbelthiere, die höchststehende der Jetztwelt, zu betrachten. Doch ist auch hier eine theilweise Verwandtschaft mit gewissen Weichthieren nicht in Abrede zu stellen.

Allgemeine Gesichtspunkte entwickeln sich nach und nach auf Grund der Einzelerfahrungen, und so hätte gar Vieles von dem, was hier vorangestellt wurde, eigentlich erst später zur Sprache kommen sollen. Da ich mich aber dem Herkömmlichen gefügt habe, indem wir jetzt zur Betrachtung der Organsysteme der Einzelnen uns wenden, wenigstens zu bemerken, dass im Folgenden wesentlich nur die Nachweise, Belege und erläuternden Thatssachen zu manchem der obigen allgemeinen Sätze enthalten sein können.

Die Organsysteme im Einzelnen.

Animale Organsysteme.

Erster Abschnitt.

Nervensystem.

Erstes Kapitel.

Thiere ohne oder mit zweifelhaftem Nervensystem.

Die Organe des Empfindens und Wollens müssen gewissermaßen als das Centrum thierischen Lebens gelten; sie sind es, welche die übrigen Theile des Körpers zum Zusammenwirken und Erreichen eines gemeinsamen Zweckes aufrufen. Die nervöse Substanz ist der Stoff, an dem sich bei höheren Thieren die Erkenntniss, der Intellect „anzündet“ und das Wollen, die Bewegungen beleuchtet.

Protozoen. Man wird es daher in der Ordnung finden, dass wiederholt der Satz aufgestellt wurde, jedes Thier müsse mit einem Nervensystem ausgerüstet sein. Aber, höre ich fragen, ist es denn der Wissenschaft gelungen, bei allen thierischen Geschöpfen die sichtbaren Organe einer solchen centralen Thätigkeit nachzuweisen. Hier ist zu antworten, dass dies keineswegs der Fall sei; die Beobachtung zwingt uns vielmehr anzunehmen, dass es Thiere ohne ein solches sichtbares Centralorgan, mit andern Worten, dass es nervenlose Thiere gebe. Man darf im Allgemeinen annehmen, dass allen den Thiergruppen, welche wir gegenwärtig unter dem Namen Protozoen zusammenfassen (Poriferen, Rhizopoden, Infusorien, Gregarinen¹⁾), ein besondertes Nervensystem mangelt. Bei diesen auch sonst sehr einfach gebauten Wesen hat sich eine nervöse Substanz von der übrigen thierischen Materie noch nicht abgelöst; vielmehr ist annoch die empfindende und die bewegende Substanz in Eins verschmolzen und stellt morphologisch einen gleichmässigen Stoff dar von hellem Aussehen und weicher, gallertiger Beschaffenheit. Es ist die Grundmasse des Körpers, von der die Wirkungen, welche sonst auf Nerven und Muskeln vertheilt sind, zugleich ausgehen.

¹⁾ Die Gregarinen reiht man wohl richtiger dem Pflanzenreich an. Sieh. auch ob. S. 18.

Zu Cuvier's¹⁾ Zeit langten die Hilfsmittel der Untersuchung noch nicht zu, um Studien über das Dasein oder Fehlen des Nervensystems anzustellen. «Wir brauchen wohl nicht zu sagen, bemerkt der genannte grosse Naturforscher, dass wir auch nicht entfernt daran gedacht haben uns zu überzeugen, ob die mikroskopischen Thierchen ein Nervensystem besitzen oder nicht.» Ehrenberg²⁾ setzte zwar die Anwesenheit eines Nervensystems bei seinen polygastrischen Infusorien voraus, weil er gewisse rothe Flecken an mehreren dieser Thiere für Sehorgane erklärt manche ältere Lehrbücher der vergleichenden Anatomie weisen auch bei den ebenfalls den Infusionsthieren früher zugerechneten Rotatorien auf ein von Ehrenberg entdecktes Nervensystem hin. Allein die Rädertiere sind in dieser Frage ausser Betracht gekommen, da sie wegen verhältnissmässig grosser Entwicklung ihrer Organsysteme, Nervensystem mit inbegriffen, einem höhern Thiertypus, den Würmern oder den Arthropoden, ein gereiht werden müssen. Und was die eigentlichen Infusorien betrifft, stimmen alle neueren Beobachter, welche auf die feinsten Structurverhältnisse ihr Augenmerk zu richten gewohnt sind, darin überein, dass bei keiner der oben genannten Gruppen irgend ein geweblich im Organismus gesondertes nervöses Element wahrzunehmen sei, wie ich mich denn auch selbst wiederholt und immer erfolglos bei dieser oder jener Gattung grösserer Infusorien nach einer Andeutung fraglicher Organe umgesehen habe.

Coelenteraten. Es giebt eine ziemlich grosse Anzahl von Thieren zu verzeichnen, bei welchen die Leibessubstanz in verschiedene Gewebe sich zwar gesondert hat, bei welchen aber trotzdem ein Nervensystem nicht will aufgefunden werden. Einen solchen Mangel bietet unter den Coelenteraten die eigentlichen Polypen, sowie die Hydroiden und Siphonophoren dar.

Sonderbar genug, der Körper der genannten Thiere hat keineswegs die Einfachheit und Gleichmässigkeit eines gallertigen Stoffes ohne weitere Organisation, vielmehr zeigt sich die Substanz des Leibes deutlich differenzirt in Zellen oder Epithelien, in structurlosen Häuten und bei vielen selbst in Muskelfasern! Nur die Nerven entziehen sich der Beobachtung oder sind wirklich nicht vorhanden. Insoweit dieses negative Ergebniss bleibt, sind wir gezwungen anzunehmen, dass die Substanz, welche sich hier zu echten Muskeln fortgebildet hat, und zwar hier und da zu Muskelfasern von höchster Gliederung, zu quergestreiften Elementen nämlich, immerhin noch die nervöse Materie mit in sich begreife. (Sieh. Zusatz: a.)

Vielleicht liesse sich, um dieser Sache einen Theil ihrer Seltsamkeit zu nehmen, an ein anderes auffallendes Factum erinnern. Gewiss jeder Zoologen von Erfahrung ist bekannt, dass häufig und insbesondere bei wirbellosen Thieren, Mollusken z. B. die Zahl der Nerven, welche gewisse Muskelpartien anregen sollen, ganz merkwürdig gering ist; ja man trifft wohl auf grössere Muskelabschnitte, in denen wir vergeblich einen Nerven zu erblicken streben. Darf man da nicht die Frage aufwerfen, ob das, was wir bei höheren Wirbellosen vor uns sehen, nicht ein Nachklang von dem sei, was die Organisation der Siphonophoren, Actinien etc. im Ganzen bietet insofern dieselben zwar Muskeln, aber keine Nerven aufzeigen.

1) Cuvier, Vorlesungen üb. vergleichende Anat., Uebersetzg von Meckel, 1809. S. 34

2) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

Nematoden. Aber auch bei andern Gruppen, welche man im System höher als die genannten Coelenteraten zu stellen pflegt, will es nicht überall glücken, das Dasein von Nerven zu beweisen. Von dieser Art mögen z. B. gewisse Nematoden sein. Unter den älteren Beobachtern läugneten die einen das Dasein von Nerven, während Andere Nervenstämme mit zahlreichen Seitenästen beschrieben. Die gleiche Erscheinung wiederholt sich in unsern Tagen. Nach Untersuchungen Meissner's sollte das Nervensystem der Nematoden in hohem Grade entwickelt sein, ja die Grösse desselben so bedeutend, dass diese Thiere hierin den andern Klassen der Würmer eher voran- als nachstehen. Bald folgten auch bestätigende und ergänzende Mittheilungen anderer Beobachter, und man durfte füglich einigermassen erstaunt sein, wie man über derartige, in so bestimmter Weise entwickelte Organsysteme so lange im Zweifel sein konnte. Musste es aber dem unbefangenen Beschauer der ans Licht gestellten Zeichnungen auffallen, dass, wenn die Dinge in Wirklichkeit sind, wie man sie abgebildet sah, es dann Thiere gäbe, bei denen die Nervenmasse das Muskelsystem an Ausdehnung übertrage, so konnte es auch nur Bedenken erregen, dass in den nächstverwandten Thieren die ganze Gruppierung des Nervensystems so ungewöhnlich grosse Verschiedenheiten an sich tragen sollte. Als daher jüngst Schneider nachwies, dass die mitunter so plastisch gezeichneten Ganglien und Nervenstränge entweder gar nicht existiren, oder wenn vorhanden, nicht Nerven, sondern Muskeln seien, so fühlte sich gewiss mancher Zootom, den die vorhandenen Bilder gestört und beunruhigt hatten, etwas erleichtert. Ich selber unterzog jetzt einige Nematoden und zwar den *Ascaris lumbricoides* des Menschen und den *Gordius aquaticus* einer Prüfung, wobei ich zu dem Resultate kam, dass das angebliche Nervensystem dieser Thiere kein solches sei, ja ich vermochte überhaupt bei genannten zwei Würmern kein Nervensystem aufzufinden und musste sie daher für nervenlose Thiere ansehen. Jüngst will indessen Schneider, der diese Frage fortwährend im Auge behielt und durch neue Forschungen aufzuklären suchte, darthun, dass ein nervöser Ring um den Schlund vorhanden sei. (Sieh. Zusatz: b.)

Thiere, deren Nervensystem ebenfalls immer noch zweifelhaft ist, trotzdem dass manche Forscher ein solches erkannt zu haben behaupten, sind die Bandwürmer (Cestoden). Davon unten bei den „Würmern.“

Historische und zootomische Zusätze.

Es widerstreitet unsern Vorstellungen über den Bau eines histologisch-differenzirten Thieres allzusehr, den Mangel eines Nervensystems zuzugeben, als dass wir uns nicht zu fortwährender Vorsicht ermuntert fühlen sollten. Haller

z. B. beruft sich zur Stütze seiner Irritabilitätslehre auf die Nervenlosigkeit der Blutegel, der Regenwürmer, der Schalthiere; Kiehmeyer¹⁾ begründet manche seiner biologischen »Gesetze« auf demselben vermeintlichen Mangel an Nerven bei Würmern, Muscheln und Seeigeln. Vollständigere Untersuchungen deckten hier überall ein Nervensystem auf. Dies vorausgeschickt sei zur Erläuterung dessen, was oben über nervenlose Thiere ausgesagt wurde, folgendes bemerkt.

a) Unsere Süßwasserpolyphen (*Hydra*) bestehen, wie ich gezeigt²⁾, aus Zellen und homogenen Häuten. Die das eigentliche Leibesparenchym bildenden Zellen haben einen contractilen Inhalt. Von Zellen, welche sich zu Muskel- oder Nervenfasern fortgebildet hätten, ist nichts vorhanden. (S. 69.)

Wesentlich anders sind die Verhältnisse bei den Siphonophoren. Actinien und übrigen Polypen. Zwar wurde noch in neuester Zeit behauptet, den Siphonophoren gehe eine Zusammensetzung aus Zellen ab, was aber von andern Beobachtern bestimmt in Abrede gestellt wurde; Gegenbaur u. A. unterschieden Epithelien, Bindesubstanz, evidente Muskeln, nur von Nerven konnte keine Spur aufgefunden werden, was um so unbequemer sein muss, als die so nahe verwandten und ausserdem in entsprechender Weise histologisch differenzirten Scheiben- und Rippenquallen ein Nervensystem besitzen sollen.

b) Was die Nematoden betrifft, so haben sich die Untersuchungen der Naturforscher, indem sie dem Aufspüren der Nerven zugewendet waren, immer um die seit alter Zeit an diesen Thieren wahrgenommenen Längslinien gedreht dann auch noch namentlich in neuerer Zeit um einen den Oesophagus umschliessenden Ring.

Ascaris lumbricoides besitzt vier Längslinien, die hier, wie an den grösseren Arten überhaupt, schon dem unbewaffneten Auge zwischen der Längsmusculatur auffallen. Abgesehen von den älteren Beobachtern, Vallisneri, Werner und Zeder, welche sie für Nerven oder Tracheen angesehen hatten, sprach Cuvier und mit ihm Carus die beiden (breiteren) Seitenlinien für Nerven an Otto³⁾ hingegen deutet die Bauch- und Rückenlinie als »feine knotige Nervenstränge« und um das Auffallende zu beseitigen, dass am Bauch und am Rücken ein Nervenstrang verlaufe, vergleicht er den Rückenstrang dem *Nervus recurrens* der Insecten. Die breiteren Seitenlinien spricht er als Bänder an, auf welchen noch ein feiner Faden, ein Luftgefäss, locker liege.

Am schärfsten für die damalige Zeit fasste der auch sonst sehr genau Bojanus⁴⁾ den Gegenstand ins Auge. Er stellt durch die mikroskopisch Untersuchung fest, dass die Seitenlinien ein geschlängeltes Gefäss enthalten und ganz verschieden seien von der Rücken- und Bauchlinie, an welche sich fadenartige Stiele festsetzen, die hinwiederum in nahe liegende Bläschen führen. Die Bläschen heften sich wieder durch andere Stiele theils an die Längsmuskeln theils an den Darmkanal fest. Was dieses ganze System der Bauch- und Rückenlinie sammt Bläschen und Fäden zu bedeuten habe, spricht B. nicht entschieden aus, doch denkt er an Athembläschen und Muskelbündel. Aber ausdrücklich hebt er hervor, dass keine der vier Längslinien Nervenstränge sein können, um wir seien daher den Nerven des Spulwurms noch gar nicht auf die Spur gekommen.

Cloquet⁵⁾ kennt ebenfalls den Unterschied des Baues zwischen der Bauch- und Rückenlinie einer- und den Seitenlinien andererseits. Doch hält er die erstere für Nerven, die andern für Organe des Kreislaufes.

Siebold⁶⁾, welcher die nervöse Natur der Bauch- und Rückenlinie der Nematoden im Allgemeinen seiner Zeit nicht gelten liess, betrachtet doch de von Otto (a. a. O.) aus *Strongylus gigas* beschriebenen und abgebildeten Längstrang als einen wahren Nervenstrang; er sei verschieden von den Längslinien der Spulwürmer. Trotzdem dass ich nicht selbst in der Lage war, genannte Thier zu untersuchen, möchte ich doch einiges gegen diese Deutung einwenden

1) Kiehmeyer, üb. d. Verhältnisse der organischen Kräfte etc. 1793. — 2) Leydig üb. d. Bau der Hydren, Archiv f. Anat. u. Phys. 1854. — 3) Otto im Magazin d. Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin, 1816. — 4) Bojanus, *Enhelminthica*, Isis, 1821. — 5) Cloquet, *Anatomie des vers intestinaux*, *Ascaris lumbricoides et Echinorhynchus gigas*. 1824. Verg auch die Zusammenstellung des Beobachteten und der Deutungen sowohl der genannten Autoren, als auch von Nitzsch u. Westrumb durch Schmalz in der Isis, 1837. — 6) Siebold, vergleichende Anatomie, 1848.

Otto hebt nämlich hervor, dass gedachter Nervenstrang »im frischen Zustande durch seine blendende Weisse« in die Augen falle. Nun zeigt aber, soweit meine Erfahrung geht, bei keinem wirbellosen Thier das Nervensystem aus Mangel fetthaltiger Markscheiden frisch eine »blendende Weisse«, sondern die constante Farbe der Nervensubstanz, abgesehen natürlich von stellenweise eingestreuten Pigmentirungen ist im frischen Zustande ein mattes Grau. Die Längslinien der Spulwürmer besitzen, wie ich sehe, eine blendend weisse Farbe durch die dicht eingestreuten Fettkörnchen und grössern Fetttröpfchen, und ebenso wird sich wohl auch mit dem vermeintlichen »Nervenstrang« des *Strongylus* verhalten. Die Knoten, welche Otto gesehen haben wollte, hat schon Siebold berichtet, und wenn man sich an die Abbildung ¹⁾ wendet, so wird man durch die Art, in welcher der Zeichner der Figur die abgehenden Aeste gehalten hat, durchaus an die Quermuskeln der Spulwürmer erinnert.

Die Arbeit von Blanchard ²⁾ möchte die in Rede stehende Angelegenheit kaum gefördert haben. Auch B. sieht in den Bauch- und Rückenlinien die Nervenstränge; ausserdem aber will er eine Art Schlundring mit gangliöser Anschwellung beobachtet haben.

Der Stand der Frage war demnach bis vor Kurzem der. Durch die Untersuchungen von Bojanus und Cloquet erschien festgestellt, dass die so mehrfach gedeuteten vier Längslinien der Nematoden unter sich wesentlich verschieden seien, was als ein bedeutender Fortschritt in der Kenntniss dieser Gebilde anzusehen war. Man hatte erkannt, dass die Seitenlinien ein Gefässrohr enthalten, was nicht der Fall sei mit den Bauch- und Rückenlinien, welche wiederum dadurch ausgezeichnet erschienen, dass unzählige Fäden nach beiden Seiten von ihnen abgingen. Sind nun diese Längslinien und ihre Seitenstrahlen Nerven oder nicht? Da man früher zu einer Zeit, in der die Forscher mit den Geweben niederer Organismen noch weniger vertraut waren, bei Beantwortung einer derartigen Frage nur von gewissen allgemein morphologischen und physiologischen Gesichtspunkten sich leiten lassen konnte, so darf man sich kaum wundern, dass die Meinung, ob bestimmte Theile Nerven oder etwas Anderes seien, hin und her schwankte. Aber selbst neuere Beobachter, welche mit histologischem Wissen und verbesserten Hilfsmitteln der Untersuchung ausgerüstet, das Nervensystem der Nematoden von Neuem prüften, scheinen trotz aller Kenntnisse, welche sie über die elementare Zusammensetzung der Gewebe vor den älteren voraus hatten, dennoch in die früheren Irrthümer zurückgefallen zu sein. So insbesondere Meissner, Walter, Wedl.

Nach Meissner ³⁾ besteht das Nervensystem von *Mermis albicans* aus einem centralen Theil, einem peripherischen und dem Eingeweidennervensystem. Das erstere sei ein Schlundring, aus einem oberen und unteren Schlundganglion gebildet, damit im Zusammenhang stehen noch vordere und hintere Kopfganglien; ausserdem repräsentiren noch drei im äussersten Ende des Schwanzes gelegene Ganglien eine centrale Partie des Nervensystems. Alle diese Ganglien bestehen aus charakteristischen Ganglienzellen. Das peripherische Nervensystem sei zusammengesetzt aus vier längs des Körpers herablaufenden Strängen, wovon drei Haut und Muskeln versorgen, der vierte den Eingeweidennerven vorstellt; von allen entspringen auf beiden Seiten kleinere Aeste, die oft Plexus bilden und sich an die Muskeln und Eingeweide ansetzen. Der histologische Bau erscheint etwas ungewöhnlich: weder die Stämme noch die Aeste haben ein Neurilemm, zeigen auch keinen eigentlichen faserigen Bau; sind vielmehr homogene Stränge, von vielen grösseren und kleineren Oeffnungen durchbrochen, wodurch eine Art Faserverlauf angedeutet erscheint. Die zu den Muskeln gehenden Nerven verschmelzen, nachdem sie sich an der Ansatzstelle zu einem Dreieck verbreitert haben, mit dem Rand des Muskelbündels. — *Mermis nigricans* soll der *M. albicans* in Form und Entwicklung des Nervensystems kaum nachstehen, auch hier seien verschiedene einen Schlundring bildende Kopfganglien vorhanden, ebenso in der Schwanzspitze zwei Ganglien; im Leibe herab, am Bauch und Rücken zwei Nervenstränge mit zahlreichen Seitenästen.

¹⁾ Otto a. a. O. Taf. V, fig. 1. — ²⁾ Blanchard, *Rech. sur l'organisation des Vers.*, Ann. d. sc. natur. 1849. — ³⁾ Meissner, Beitr. z. Anat. u. Phys. von *Mermis albicans*, Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. V, 1853.

Sehr abweichend von *Mermis* verhalte sich die Gattung *Gordius*¹⁾; es finde sich nur ein einziger Nervenstrang auf der Mittellinie des Bauches, der im Kopfe zu einer den Schlund ringförmig umgebenden centralen Partie sich gestalte.

Im Anschluss an Meissner erklärte im Jahr darauf Walter²⁾ an *Oxyuris ornata*, »nach langem und unermüdlichem Forschen«, ein Nervensystem entdeckt zu haben, welches in seiner anatomischen Anordnung und in den histologischen Verhältnissen die grösste Aehnlichkeit mit dem von *Mermis albicans* darbot.

Wedl³⁾ in Wien wollte ein entwickeltes Nervensystem bei zahlreichen Nematoden der Gattungen *Ascaris*, *Filaria*, *Physaloptera*, *Spiroptera*, *Hedrwis*, *Strongylus* gefunden haben; er theilte solche umständliche und merkwürdige histologische Daten mit, dass ich »in der Voraussetzung, dass die Mittheilungen Wedl's auf richtigen Beobachtungen beruhen«, sie als einen wichtigen Beitrag zur histologischen Kenntniss des Nervensystems der Evertrebraten (in m. Histologie S. 185) begrüssen zu müssen glaubte, was wahrscheinlich unterblieben wäre, hätte ich gleich damals eine Nachprüfung vorgenommen.

Was ich dazumal unterlassen, geschah indessen von Andern. Zuerst machte Claparède⁴⁾ gelegentlich seiner Untersuchungen über Form und Befruchtung der Nematoden darauf aufmerksam, dass die von Meissner an den Gordiaceen beschriebenen Nerven doch in der That keine Nerven wären, sondern Quermuskeln; ein Nervensystem habe er bei den Nematoden überhaupt nicht finden können. Das Jahr darauf erschien dann die im hohen Grade wichtige Arbeit von A. Schneider⁵⁾, die offenbar auf sehr ausgedehnten Untersuchungen fusst und die Angaben von Meissner, Walter und Wedl kritisch beleuchtet. Es geht daraus hervor, dass Meissner's an *Mermis* beschriebenes peripherisches Nervensystem in der That, wie schon Claparède gesagt hatte, Muskeln sind; dass ferner die Gehirnganglien in ihrer Structur keine Aehnlichkeit mit der eines Nervencentralorgans haben; ja die von Walter abgebildeten Hirn- und Afterganglienmassen konnte Schneider gar nicht, weder an *Oxyuris*, noch bei andern Nematoden, wiederfinden. Die drei Längsnervenstämme Walters seien gewiss nicht vorhanden. Die Längsnervenstämme Meissner's entsprechen den Medianlinien der übrigen Nematoden und diese Linien für nervös zu erklären, liege kein Grund vor. Wedl's Ganglienzellenketten, welche auf der Bauch- und Rückenfläche verlaufen sollen, sind die Muskeldreiecke, welche Meissner als terminale Nervendreiecke beschrieben hatte; die kettenartige Verbindung dieser angeblichen Ganglien fällt von selbst weg. Dass der von Wedl bei *Hedrwis androphora* abgebildete Ring um den Oesophagus, sowie der gleiche von Lieberkühn⁶⁾ dargestellte Ring von einem Nematoden aus der Ente ein Nervencentralorgan sei, lasse sich einstweilen nicht beweisen.

Eberth⁷⁾ in seinen Beiträgen zur Anatomie und Physiologie des *Trichocephalus dispar* erklärt, dass er von verschiedenen und darunter kleinen Nematoden ein hoch entwickeltes Nervensystem kennen gelernt habe, beim Peitschenwurm aber keine Spur von Nerven habe finden können. Weitere Bedenken scheinen bei ihm rege geworden zu sein nach Untersuchung an *Heterakis vesicularis*, sowie von *Strongylus tenuis*.

Um mir ein selbständiges Urtheil zu verschaffen, so habe ich⁸⁾ *Ascaris lumbricoides* des Menschen und den *Gordius aquaticus* auf das angebliche Nervensystem zergliedert, wozu ich Thiere nahm, die frisch in Weingeist, andere, die in Essig geworfen worden waren. Ausser der gewöhnlichen Präparationsweise ist es sehr förderlich, Längs- und Querschnitte durch das Thier zu machen. An solchen Querschnitten lässt sich sofort feststellen, dass die zwei Seitenlinien in einem wichtigen Punkte von den zwei Medianlinien verschieden seien. Alle vier Linien entstehen zwar zunächst so, dass die zwischen der Cuticula und der Längs-

1) Meissner, Beitr. z. Anat. u. Phys. d. Gordiaceen, Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VII, 1855. — 2) Walter, Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. VIII, 1856. — 3) Wedl, Sitzb. d. Wiener Akad. 1855. — 4) Claparède, de la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers nématodes, Genève 1859, p. 25. — 5) Schneider, üb. Muskeln u. Nerven der Nematoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1860. — 6) Lieberkühn, Beitr. z. Anatomie der Nematoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855. — 7) Eberth, Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. X; Würzburger naturwiss. Zeitschrift 1860; ebendasselbst 1861. — 8) Leydig, Haben die Nematoden ein Nervensystem? Bemerkungen zu dieser Frage. Arch. f. Anat. u. Phys. 1861.

musculatur sich ausbreitende Hautlage, ihrer Bedeutung nach wohl die Matrix der Cuticula, zwischen den Muskeln hindurch nach innen dringt und hier einen verdickten Längstreifen erzeugt; aber die Seitenlinien, schon fürs freie Auge breiter als die Medianlinien, schliessen noch ein eigenwandiges Rohr in sich, das den Medianlinien fehlt. An diese hingegen, also an die Bauch- und Rückenlinie, treten von den zwischen den vier Längslinien liegenden Muskelfeldern quere Streifen herüber, was nicht der Fall ist mit den Seitenlinien.

Die letztern sammt ihrem innern Rohr, über dessen Bau und Bedeutung später zu berichten sein wird, berühren uns in der vorliegenden Frage nach dem Nervensystem nicht, wir haben jetzt nur die Medianlinien in Betracht zu ziehen. Im Hinblick auf ihre Form im Querschnitt habe ich schon angedeutet, dass sie nach innen merklich dicker sind als nach aussen, an der Stelle des Ueberganges zur Matrix der Cuticula. In der feineren Structur stimmen sie im Wesentlichen mit der Matrix der Cuticula überein. Gleich dieser (S. 22) haben sie keinen eigentlich zelligen Bau, sondern bestehen aus einem fein granulären Stoff, in welchem kleine Nuclei zerstreut eingebettet liegen, die wohl zu unterscheiden sind von den zahlreichen Fettkörnern und Fettropfen, die dem Ganzen das intensiv weisse Aussehen verleihen. In der Matrix der Cuticula von Thieren, die wochenlang in Essigsäure gelegen hatten und deren Haut gut abziehbar ist, bemerkt man ausserdem noch in grösseren Abständen helle zellige Gebilde von ziemlichem Umfang, die wahrscheinlich in die Reihe von Hautdrüsen gehören; sie fehlen in den Medianlinien.

Beachtenswerth darf sein, dass die Medianlinien nach dem Leibesraum hin sich etwas aufhellen und dabei eine andere Structur annehmen. Durch das an dieser Stelle erfolgende Auftreten kleiner zelliger Elemente bildet sich gleichsam aus dem inneren Ende jeder Medianlinie ein besonderer kleinzelliger Strang hervor. Derselbe entspricht wohl den Längsstämmen, welche Meissner bei andern Nematoden für Nerven erklärt; eine Bedeutung, die sie indessen unmöglich haben können, da sie zum Ansatz der zweifellosen Quermuskeln dienen. Damit wären wir bei den Organen angelangt, welche durch ihre zum Theil eigenthümlichen Verhältnisse die Entdecker des vermeintlichen Nervensystems irre geführt haben.

Die unter der Matrix der Cuticula herabziehende Leibesmusculatur besteht nämlich aus Elementen, welche, allgemein gesagt, die Beschaffenheit breiter Bänder an sich tragen, so gestellt, dass ihre eine Kante gegen die Haut, die andere gegen die Leibeshöhle gerichtet erscheint. Diese bandartig platten Muskeln¹⁾ sind, auf ihren feineren Bau besehen, nicht homogen, sondern deutlich in eine helle Rinden- und eine körnige Achsensubstanz differenzirt. Die Rindensubstanz hat sich ferner nach ihrer ganzen Dicke in fibrilläre Längsabtheilungen gesondert, was die Ursache ist, dass auf dem Querschnitt die Rindenlage des Muskels scharf quergestreift sich zeigt. Wichtig wird jetzt für uns, dass nach der ganzen Länge des Körpers diese Längsmuskeln quer verlaufende Fortsätze zu den Medianlinien entsenden; denn die Stellen, wo die Fortsätze abgehen, sind die Meissner'schen terminalen Nervendreiecke und die Wedl'schen »Ganglienzellen.« Meine Beobachtungen stimmen daher, was die muskulöse Natur der zu den Medianlinien gehenden Fortsätze betrifft, mit denen von A. Schneider überein und möchte hierzu noch eines bemerken. Der eben genannte Forscher lässt die Quermuskeln nur aus der Marksubstanz der Längsmuskeln hervorgehen, was für *Ascaris lumbricoides* nicht durchweg richtig ist. Um sich hiervon zu überzeugen, trage man aus Thieren, die in Essig aufbewahrt waren und unter Wasser der Länge nach aufgeschnitten sind, mit der Scheere scharfe Schnitte von dem Balkenwerk der Muskeln ab, vermeide dann jeden Druck und man wird sehen, dass einzelne Quermuskeln auf ihrem Querschnitt dieselbe Sonderung, wenn auch viel zarter, wie die Längsmuskeln zeigen: nämlich eine Achsensubstanz, hier homogen, und eine querstreifige Rinde. Solche Quermuskeln stellen demnach Fortsätze oder Ausläufer des ganzen Muskels dar, nicht bloss eines Theiles desselben.

Die merkwürdigen beutelförmigen Organe hingegen, welche schon so oft die Aufmerksamkeit der Beobachter erregten, sind, wie es von Schneider angegeben wird, aus der Marksubstanz der Muskeln hervorgegangen. Querschnitte sind auch hiefür sehr belehrend, da sie zeigen, wie die quergestreifte Rinde des Muskels noch eine Strecke weit die Wand der Blase mitbilden hilft, dann aber unter allmählicher Verjüngung aufhört, während der Blaseninhalt in Continuität

1) Auf die grosse Eigenthümlichkeit dieser Muskeln wurde schon oben S. 81 hingedeutet.

zur Marksubstanz bleibt. Die Wand der Beutel bietet jetzt zwei Conturen; die äussere ist die Fortsetzung des Sarcolemma's, die innere die Grenzlinie der Marksubstanz. Das Sarcolemma der Beutel spinnt sich noch innerhalb des Leiberraumes in ein feines Maschenwerk aus zur Verbindung der Beutel untereinander, sowie mit der Tunica propria der Eingeweide. Im vordersten Körperende, allwo die Entwicklung solcher blasigen Anhängsel der Muskeln noch unbedeutend ist, treten die Quermuskeln mit dem kernhaltigen »Dreieck« von den Längsmuskeln ab; sobald aber, wie dies allmählig nach hinten zu geschieht, die Beutel gross und zahlreich geworden, kommen die Quermuskeln auch von den Beuteln und wenden sich nach den Medianlinien hin. Auch ist es ein nicht seltenes Vorkommniss, dass die Beutel verschiedener Längsmuskeln unter sich durch quere Muskeln verbunden sind. Fasst man ins Auge, wie die Muskeln sich an die zwei Längslinien ansetzen, so findet man, dass sie dort wie geflechtartig sich ineinander schieben und zuletzt in pinselförmiger Auflösung an den oben bezeichneten kleinzelligen Strang sich verlieren. Bei Betrachtung sorgfältig präparirter Medianlinien und der anhaftenden Quermuskeln, in der Lage, dass der Leiberraum dem Beschauer sich zukehrt, erblickt man noch über den Muskeln also zu innerst ein feines Wabenwerk aus Bindegewebsstreifen, das, wie schon vorhin gesagt, mit den Muskelhüllen zusammenhängt, und wobei hier noch insbesondere hervorgehoben zu werden verdient, dass man in Glycerinpräparaten an den Quermuskeln nicht bloss Rinde und Mark, sondern auch die unter dieser Umständen deutlich abstehende Hülle unterscheiden kann. Weiterhin bietet sich an solchen Präparaten noch etwas dar, was vielleicht zu Irrungen Anlass gab. Man glaubt nämlich, zu beiden Seiten des Stranges, dem die Quermuskeln zu streben, zwischen den Ansatzstellen der letzteren, grosse Zellen zu sehen, die an manche der Meissner'schen Figuren erinnern, in der That aber nur kleinere der erwähnten Blasen im scheinbaren Querschnitt sind.

Das Ergebniss meiner Untersuchung ist daher, dass bei *Ascaris lumbricoide* die Bildungen, welche von Andern als Nerven und Ganglienzellen beschrieben wurden, nicht dieses, sondern Muskeln sind und folglich haben man den Theil der Medianlinie, an welchen sich die Quermuskeln ansetzen, als den festen Punkt zu betrachten, gegen den die Muskeln wirken.

Schneider macht in seiner Abhandlung bei *Ascaris lumbricoide*s noch auf »ein System von Fasern« aufmerksam, von denen er unentschieden lässt, ob es Gefässe oder Nerven oder keines von beiden seien, obschon er für sich ein gewisse Geneigtheit zugesteht, die »Fasern« für Nerven zu halten. Ich möchte mit Rücksicht hierauf erklären, dass ich dieselben durchaus nicht für Nerven gelten lassen kann. Man führt sich fragliche Fasern am leichtesten an grösseren Hautstücken vor von Thieren, die einige Tage in Essig gelegen haben, wo man sie in der Matrix der Cuticula verlaufen sieht und zwar in ziemlich grossen Abständen quer oder schräg zwischen den Median- und Seitenlinien. In der hinteren Körperhälfte scheinen sie weniger zahlreich zu sein als in der vorderen. Ihr Breite, Aussehen und ganzer Habitus erinnert mich an die »Wassergefässe« und ich halte sie vorderhand auch für Abzweigungen der in den Seitenlinien eingeschlossenen Längskanäle.

Was das von Meissner an *Gordius* beschriebene Nervensystem anbelangt, so kann ich meinen Beobachtungen zufolge weder in dem Thatsächlichen, noch in der Deutung des Gesehenen mit genanntem Autor übereinstimmen. Ich kann vor Allem die Bemerkung nicht unterdrücken, dass M. selbst wohl kaum gewisse Theile, wie er gethan, als Nervensystem ausgegeben hätte, wenn ihm nicht sein früheren Mittheilungen über ein so hoch organisirtes Nervensystem der Mermiden gewissermassen die Verpflichtung auferlegt hätten, auch bei den so nahe verwandten Gordien ein gleiches Organsystem nachzuweisen. Desshalb namentlich — wie mir scheint — beschrieb M. als solches einen »bandartigen schmalen Strang« in der Furche der Mittellinie des Bauches und fest geheftet an die untere Fläche des Bauchstranges. Der Nervenstrang sei hell, glänzend, zeige keine Zusammensetzung aus Fibrillen, sondern stelle ein homogenes Band vor, auch die vom Stamm in kleinen Abständen entspringenden Aeste seien homogen und glänzend. Ich frage Jeden, der das Nervensystem wirbelloser Thiere untersucht hat, ob er ein zweites Beispiel kennt, dass die nervösen Theile dergleichen Eigenschaften an sich tragen. Schwerlich, doch könnte es a priori immerhin ein solches Nervensystem geben.

Meine Beobachtungen lassen mich aber die Dinge anders sehen als Meissner. Zunächst habe ich zu bemerken, dass ich den bandartigen Nervenstrang nicht als etwas selbständiges anzuerkennen vermag, sondern nur als einen integrierenden Theil des sog. Bauchstranges der Medianlinie, genauer gesagt, als einen Theil der Scheide des Bauchstranges. Wenn ich auch noch so viele Querschnitte anfertige, immer stellt er sich mir in der angegebenen Weise dar, während M. a. a. O. Taf. III. fg. 7 unter dem Bauchstrang g noch den Nervenstrang f als etwas von diesem verschiedenes zeichnet. Ich sehe zwischen »Bauchstrang und Nervenstrang« keine Grenzlinie, sondern mir erscheint der Nervenstrang als die zwischen die Muskelfurche des Bauches sich einsenkende Hülle des »Bauchstranges.« Der letztere würde eben in seiner Ganzheit einen rein cylindrischen Querschnitt haben, wenn nicht seine Hülle sich der Bauchfurche anzupassen hätte, mit andern Worten, die Scheide des rundlichen Bauchstrangs erhebt sich nach unten in einen Längskamm, der sich zwischen die Bauchfurche der Muskeln eindrängt. Damit steht denn auch ganz im Einklang, was man an dem leicht auf grössere Strecken der Länge nach isolirbaren Bauchstrang wahrnimmt. Nie wird man auch unter diesen Umständen den Meissner'schen Nervenstrang von dem Bauchstrang abgelöst sich vorführen können, vielmehr sieht man jetzt ebenso deutlich, namentlich wenn der Bauchstrang seine untere Fläche dem Beschauer zuwendet, dass der vermeintliche Nervenstrang die, jetzt gern etwas gekräuselt verlaufende, kammartige Erhebung des Bauchstranges ist. Diese Erhebung hat ein glänzendes Aussehen, und von ihr weg gehen zahlreiche scharfe, divergierende Querstreifen, aber sie hat nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit Nervensträngen anderer Wirbellosen. Und welche Bewandniss hat es mit den Seitennerven, welche M. von dem centralen Strang entspringen lässt? Ich erkläre mir sie so, dass die zahlreichen Querwülste, welche vom firstartigen Längskamm des »Bauchstranges« nach beiden Seiten abgehen und durch scharfe, an elastische Fasern erinnernde divergirende Querstreifen mit bedingt sind, dafür genommen wurden; wobei ich auf meinen obigen Ausspruch zurückkommen möchte: ich glaube nicht, dass ein Unbefangener die geringste Veranlassung hätte, an dem frei vor ihm liegenden, die Bauchseite nach oben kehrenden Bauchstrang, die zahlreichen, lichten, hellglänzenden, erhöhten Querstreifen, immer daneben die mit Schatten gefüllten Furchen, für Nervenfasern zu halten, ganz abgesehen davon, dass keiner dieser »Nerven« über den Contur des Bauchstranges hinausragt, sondern unter allmählicher Verbreiterung nach aussen und ohne abschliessende Linie so in die Membran des Bauchstrangs sich verliert, wie es eben ein Querwulst thun muss. Noch will ich im Hinblick auf die Structur des Bauchstranges, dessen Bedeutung noch unbekannt ist, bemerken, dass die ihn bildende feinfaserige Masse, zufolge des Ansehens, welches Querschnitte haben, in einige bestimmte Längszüge geordnet sein muss, denn die Fläche des Querschnittes ist so beschaffen, dass sie nicht eine gleichmässige Punktirung hat, sondern dazwischen einige scheidewandartige Linien erkennen lässt. Jener Theil der Hülle, welcher kammartig in die Bauchfurche sich einsenkt, zeigt nach Behandlung mit Essigsäure sehr dicht sich folgende Querkerne; und endlich sei auch noch bemerkt, dass einige Erscheinungen dafür sprechen, dass vielleicht innerhalb des in die Bauchfurche sich einsenkenden Längskammes ein Hohlraum existirt, dessen Wand eben die Scheide des Bauchstranges ist; so wenigstens will es mir sowohl an Querschnitten, als auch an isolirten Längsstücken des Bauchstranges da und dort vorkommen.

Bei *Sphaerularia bombi* sah Lubbock¹⁾ weder Nerven noch Muskeln.

Dass die Frage nach dem Nervensystem der Nematoden noch nicht zum Abschluss gelangt sei, ergibt sich aus den neueren und neuesten Mittheilungen über diesen Gegenstand. Es wurde schon oben angeführt, dass ausser den Längslinien ein den Oesophagus umgebender Ring bei mehreren Nematoden als nervös betrachtet wurde. Schneider erklärte früher, dass sich der Beweis nicht streng führen lasse, ob der Ring Nervencentralorgan sei. Leuckart²⁾ hält den Ring für nervös und erklärt bei *Oxyuris vermicularis* in diesem Ringe die schönsten Ganglienkegel und sogar von ganz ansehnlicher Grösse gefunden zu haben. Die entgegengesetzte Ansicht spricht Eberth³⁾ aus, der jetzt seine

1) Lubbock, *Natur. history Review* 1861. — 2) Leuckart, Bericht üb. d. Leist. in d. Naturgesch. der niederen Thiere während des Jahres 1860. — 3) Eberth, Untersuchungen über Nematoden, Würzb. naturwiss. Zeitschrift 1862.

Meinung über das Nervensystem der Nematoden überhaupt dahin zusammenfasst, dass ihm die Existenz eines solchen noch immer sehr in Frage gestellt sei und gegenüber seinem früheren Ausspruch: »ich habe in der letzten Zeit von verschiedenen Nematoden ein hoch entwickeltes Nervensystem kennen gelernt«, erfahren wir jetzt, »dass es ihm trotz vielfacher Beschäftigung mit den Nematoden nie gelang, mit Sicherheit ein Nervensystem nachzuweisen«!

Sowohl Schneider als auch Eberth¹⁾ haben unterdessen die Nematoden fernerer Studien unterworfen; aber ihre jüngst fast gleichzeitig erschienenen Mittheilungen stimmen in der Deutung des Beobachteten nicht miteinander überein. Schneider zufolge ist der Ring um den Oesophagus doch ein Centralorgan des Nervensystems, von welchem Nerven nach vorn und hinten gehen, deren spezielleren Verhältnisse zum Theil freilich wieder höchst merkwürdig sind. Seitenfeld und Medianlinien springen gegen den Nervenring vor und verschmelzen mit dem Gewebe der Scheide des Nervenringes; aber auch ein unmittelbarer Uebergang des Muskelgewebes und der Nervenscheide ist vorhanden. Die zwei nach hinten in der Richtung der Medianlinie gehenden Nerven verschwinden schon nach kurzem Verlauf, doch will es scheinen, als ob in den Medianlinien noch Nervenfasern verliefen²⁾. Eberth hingegen, dessen Arbeit ebenfalls von grosser Sorgfalt zeugt, bleibt dabei, dass es bis heute noch zweifelhaft sei, ob der Ring um den Oesophagus das centrale Nervensystem vorstelle. Auch von den freilebenden Nematoden hat man noch ein Nervensystem nicht kennen gelernt, trotzdem dass manche derselben mit Augen ausgestattet erscheinen³⁾.

Man hat auch noch in andern Gruppen wirbelloser Thiere öfters ein Nervensystem nicht finden können. Mit höchster Wahrscheinlichkeit darf hier angenommen werden, dass die Methode der Untersuchung oder der gegenwärtige Stand unserer optischen Hilfsmittel die Ursache sind, weshalb die Nerven nicht zur Ansicht kamen. Ich bin geneigt, hieher die Angabe Dufour's zu rechnen, dass bei einem Insect, bei *Nemoptera lusitanica* das Nervensystem fehlen soll. Von der Haarsackmilbe (*Demodex*) habe ich ebenfalls die Existenz eines Nervensystems nicht nachweisen können⁴⁾; sprach aber schon damals meine Ueberzeugung dahin aus, dass nur der winzige Umfang des Thieres und unsere Mikroskope es bedingen, warum wir weder der Muskeln noch der Nerven ansichtig werden. Bei diesen Thieren und der Kleinheit des Gegenstandes ist es schon schwierig, über die Mundtheile, Zahl und Beschaffenheit der Fusskrallen, was doch alles verhältnissmässig scharf umrissene Theile des Hautskelets sind, ins Reine zu kommen, so dass man sich kaum wundern darf, wenn die Nerven sich nicht zeigen wollen (S. unt. Nervensystem der Acarinen und Neuropteren.)

Zweites Kapitel.

Thiere mit strahligem Nervensystem.

Coelenteraten. Angenommen, den Siphonophoren gehe wirklich ein Nervensystem ab, so ist es um so merkwürdiger, dass die nahe verwandten Scheibenquallen fragliches Organsystem besitzen und zwar gleich in verhältnissmässig hoher Ausbildung. Agassiz beschrieb wenigstens von mehreren Gattungen (*Hippocrene superciliaris*, *Sarsia mirabilis*, *Tiaropsis diademata* und *Staurophora laciniata*) ein Nervensystem, das aus zwei Ringen besteht, einem obern und einem untern, unter sich verbunden durch vier senkrechte Fäden

1) A. Schneider, Neue Beiträge zur Anatomie u. Morphologie der Nematoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. Eberth, Untersuchgen üb. Nematoden, 1863. — 2) Vergl. die eben erwähnte Monographie Eberth's. — 3) Dufour, *Annal. d. sc. nat.* 1855. — 4) Leydig, Archiv f. Naturgesch. 1859, S. 341.

Indessen kann doch selbst der genannte Beobachter nicht alle Zweifel unterdrücken, ob die Gebilde auch wirklich nervöser Natur seien, da bei der mikroskopischen Untersuchung die Elementartheile sich von jenen der Muskelzüge nicht allzusehr unterscheiden.

Etwas fester lauten die Angaben über das Nervensystem der Kammquallen (Ctenophoren), obschon es auch hier an widersprechenden Stimmen nicht fehlt. Am Trichterpole, also an dem der Mundöffnung entgegengesetzten Körperende liegen bei Beroiden, Cydippen und andern Gattungen ein oder zwei Nervenknotten oder Ganglien als Centralmasse des Nervensystems, und von diesen weg verlaufen in strahliger Weise die Nervenfasern zu den Magenwandungen und den Reihen der Schwimmsplättchen, wobei der Faden unter jedem Plättchen eine ganglienartige Anschwellung entwickelt. (Sieh. Zusatz: a.)

Echinodermen. Als ein unzweifelhaftes Nervensystem von strahliger Grundform erscheint dasjenige der Echinodermen. Es ist bei fast allen Hauptgruppen, den Holothuriern, Echiniden, noch nicht vollständig bei den Crinoiden, ein Nervenring nachgewiesen worden, der den Eingang zur Schlundhöhle umschliesst und von welchem gewöhnlich fünf Hauptnervenstämme in die Körperstrahlen oder diesen gleichwerthigen Körpertheilen auslaufen.

Der Nervenring der Holothuriern liegt auf der innern Fläche der Mundhaut, dicht am vordern Umkreise des den Längensmuskeln zur Insertion dienenden harten Ringes. Bei den Echiniden ruht er über dem Boden der Mundhöhle, zwischen den Aussackungen desselben und den Pyramidenspitzen und wird in dieser Lage durch zehn zarte Querbändchen befestigt. Der Nervenring der Asteriden (*Astropecten aurantiacus*) zeigt sich dicht unter der Haut am Munddiscus. — Die Form des Nervenringes ist in der Regel die eines Fünfeckes, bei *Spatangus* bildet er wegen der nierenförmigen Mundöffnung ein ungleichschenkliges Pentagon. Er ist bei *Holothuria tubulosa* weisslich, weich, halb durchscheinend, bei *Hol. triquetra* lebhaft roth; bei *Echinus edulis*, häufig auch bei *Ech. saxatilis* spielt die Farbe ins Violette, bei *Ech. cidaris* erscheint er schmutzig dunkelgrün; bei den Spatangen ist er ungefärbt, bei *Astropecten aurantiacus* scheint er orangefarbig zu sein. Das Pigment des Nervenringes gehört nicht zu den diffusen Pigmenten, sondern besteht aus denselben Körnchen, welche auch andere Theile, den Schlund, Muskelpartien etc. färben.

Die fünf Hauptnervenstämme, welche aus dem Nervenring entspringen und gleichfalls pigmentirt sein können, treten bei den Holothuriern gemeinschaftlich mit Gefässröhren durch Löcher des Knochenkranzes, legen sich darauf den Längensmuskeln an und erstrecken sich immer in Begleitung der Gefässstämme bis an die Kloakenmündung. Jeder der fünf Stämme der Echiniden begiebt

sich vom Nervenring weg in die Zwischenräume der Pyramiden, darauf über das vereinigende Band, tritt dann aus dem Zwischenraum heraus und unter dem Knochenbogen weg zur inneren Schalenwand, wo er längs der Ambulacralfelder bis dicht an die den After umgebenden Scheibchen verläuft. Bei den Seesternen ist die Lage der Nervenstämme nicht durchweg die gleiche, indem bei den Asteroiden (*Astropecten*) je ein Stamm dicht unter der Haut der Tentakelfurche hinzieht, während bei den Ophiuriden die Nerven von den Bauchschildern der Arme verdeckt verlaufen. Bei den Crinoiden (*Pentacrinus*, *Comatula*) ist zwar der Nervenring noch nicht gesehen worden, wohl aber die Nervenstämme der Strahlen, welche hier zwischen dem untern und obern Kanale des Armes durchziehen.

Ein wie es scheint allgemeiner Charakter ist es, dass jeder der fünf Nervenstämme eigentlich aus zwei Seitenhälften besteht, was durch eine über den Nervenstamm weglaufende Furche schon angedeutet wird. Die Beobachter gedenken dieser Medianfurche sowohl von den Seeigeln, als auch den Seesternen und Holothuriern. Nicht minder scheint eine gewisse Verbreiterung dieser bandartigen Nervenstämme inmitten ihres Verlaufes allen gemeinschaftlich zu sein, so dass sie bei den Seeigeln am stärksten da sind, wo sie die grösste Peripherie der Schale erreicht haben, worauf ihre Stärke dann wieder abnimmt; bei den Holothuriern sind sie anfangs rund, verflachen sich dann, bis von der Gegend der Kloake an ihre Breite bis gegen ihr Ende allmählig abnimmt. Die Stämme des *Astropecten aurantiacus* bilden „ein in der Mitte erhabenes breites Band.“ Hinsichtlich der vom Nervenring und den Radialnerven sich abzweigenden peripherischen Nerven hat man bisher nur vereinzelte Beobachtungen gemacht. So sahen Grant, Joh. Müller bei den Holothuriern und den Synapten Nerven, welche vom Nervenring zu den Tentakeln gehen; bei *Echinus* bemerkte man Zweige, welche von den Stämmen jederseits zu den verschiedenen Ambulacralgebilden treten.

Als man von der Existenz des Nervenringes Kenntniss erhalten hatte, trug man, trotzdem dass keine Anschwellungen an ihm nachweisbar waren, kaum Bedenken, in ihm das eigentliche Centralorgan zu erblicken und demgemäss dem Schlundringe der Würmer, Gliedertiere und Weichthiere zu vergleichen. Gegenwärtig sind verschiedene Forscher geneigt, die Bedeutung des Ringes niedriger anzuschlagen; er entspreche nur einem Commissurensystem und die wirklichen Centren des Nervensystemes seien die erwähnten Anschwellungen der Radialnerven. Dass besagte Verdickungen die Rolle von „Gehirnen“ haben können, geht daraus hervor, dass in ihnen reiche Ganglienzellenmassen erkannt worden sind; aber wie der neueste Beobachter meldet, fehlen die Zellen auch im Ring nicht. Und da man bemerkt hat, dass bei den Holothuriern der

Ring stärker ist, als die aus ihm hervorgehenden Stämme, so stellt sich hiernach das Verhältniss wohl so, dass allerdings die Anschwellungen der Radialnerven bei manchen Gruppen in höherem Grade als der Mundring Centralorgane des Nervensystems sein mögen, dass es aber auch seine Berechtigung hat, den Mundring mit dem Schlundring der andern Wirbellosen zu vergleichen. (Sieh. Zusatz: b.)

Historische und zootomische Zusätze.

a) Die über das Nervensystem der Scheiben-(Schirm-)Quallen von Agassiz¹⁾ veröffentlichten Angaben hat kein andrer Zootom bisher zu bestätigen vermocht. Aehnlich verhält es sich mit dem gleichen Organsystem der Kammqualen. Grant gab 1835 Mittheilungen über das Nervensystem von *Cyditpe pileus*, die denen des nordamerikanischen Beobachters ähnlich lauten: es seien acht Ganglien durch einen doppelten Nervenfasern zu einem um den Mund verlaufenden Ring verbunden, aus welchem dann meridional die Stämme abgehen. Die späteren Beobachter erhoben dagegen Einsprache.

Milne Edwards sah bei *Lesueuria* und *Beroe* im Scheitel ganglienartige Organe, aus denen Büschel von Nervenfasern entsprangen; in gleicher Weise bemerkte Will bei *Beroe*, *Cyditpe* und *Eucharis* Nervenfasern, welche zahlreich aus dem Ganglion hervortraten, ähnliches sahen Frey und Leuckart. Auch Gegenbaur²⁾ schliesst sich den Untersuchungen der Genannten an. Er fand bei Cydippen in der Theilung des Trichterendes, bei *Euramphaea* um das ungetheilte Trichterende zwei gelbliche Knötchen, die im ersten Falle dicht nebeneinander lagerten, im andern Falle durch Commissuren mit einander verbunden, so dass eine Art Ring um den Trichterkanal zuwege kam. Die von den Ganglien abgehenden Fasern liessen sich am deutlichsten bei *Euramphaea* zu den Reihen der Schwimmlättchen verfolgen, sie halten sich genau in der Mittellinie und zeigen für jedes Schwimmlättchen eine dreieckige Anschwellung. Wieder andere Beobachter (Kölliker z. B.) sahen zwar auch dieselben Verhältnisse, wollen aber die Deutung dieser Fasern als Nerven nicht zugeben.

b) Gehören schon die Echinodermen überhaupt zu den Thieren, welche dem auf ihren Bau gerichteten Studium die grössten Schwierigkeiten entgegenstellen, so ist das in ganz besonderem Grade der Fall mit dem Nervensystem und man darf sich kaum wundern, dass die Erkenntniss desselben nur langsam vorschreitet. Spix³⁾ hatte von *Asterias rubens* Nerven beschrieben, von denen aber bald Tiedemann⁴⁾ zeigte, dass es keine Nerven, sondern sehnartige Fasern seien, die von den Körpern der Wirbel jedes Strahles entspringen und an die Wände des Magens gehen. Nach Tiedemann besteht das Nervensystem beim pomeranzfarbigen Seestern aus einem »weisslichen Ring«, welcher die Mundöffnung umgibt und in jeden Strahl einen zarten Faden abschickt. Der weissliche Ring soll unter einem »mit oranggelber Flüssigkeit angefüllten Gefäss« liegen. Wenn man aber damit die Angaben von Joh. Müller⁵⁾ über den gleichen Gegenstand vergleicht und was jüngst Hæckel⁶⁾ über die Nerven der Seesterne geäussert hat, berücksichtigt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der von Tiedemann orangfarbener Gefässring benannte Theil der Nervenring selber war. Durch Hæckel nämlich, welcher frische Thiere untersuchte, erfährt man, dass bei *Astropecten aurantiacus* und *Asteracanthion glacialis* das Nervensystem gelb ge-

1) Agassiz, *Transact. American. Acad. of arts & sc.* 1850, (2.) III; oder *Hilliman Journ.* 1850, (2.) X. — 2) Gegenbaur, Studien über Organisation u. Systematik der Ctenophoren, Archiv für Naturgeschichte 1856. — 3) Spix, *Annal. d. Mus. d'hist. nat.* Tom. 13, 1809. — 4) Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzfarbigen Seesterns und Steinseegels, Landshut 1816. — 5) Joh. Müller, anat. Studien üb. d. Echinodermen, im Archiv f. Anat. u. Phys. 1850. S. 130. — 6) Hæckel, üb. d. Augen u. Nerven d. Seesterne, Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. X, 1859.

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

färbt ist, welche Farbe in starkem Weingeist schwinden mag, so dass Joh. Müller, welcher grosse in starkem Spiritus aufbewahrt gewesene Exemplare auf das Nervensystem zergliederte, an der Stelle, wo nach T. der orangefarbene Gefässring liegen soll, »einen platten weichen Ring und seine Fortsetzungen zu den Armen« fand. Von diesem Ring liess sich nichts trennen, was nicht zum Gefäss gehört; genannter Forscher thut dann weiter die Identität des Rings und seiner Stränge mit dem bereits sicher gestellten Nervensystem des Seeigels dar, so dass also eigentlich Joh. Müller die Nerven der Seesterne zuerst nachgewiesen hat. Früher schon hatte Krohn¹⁾ die Nerven der Seeigel und Holothurien entdeckt, und um abermals anzudeuten, wie wenig leicht die Entdeckung war, sei daran erinnert, dass Delle Chiaje²⁾ versichert, er habe einige Tausend Holothurien lebend und genau zergliedert, dabei auf nervenartige Gebilde besonders Acht gegeben, ohne etwas über die Anwesenheit eines Nervensystems in Erfahrung zu bringen. In der Arbeit von Krohn sind auch die Handgriffe angegeben, die man zur Darstellung besagter Organe in Anwendung zu bringen hat.

Eigentlich histologische Untersuchungen haben bisher nur Schultze³⁾ und Häckel angestellt, die jedoch in einem wichtigen Punkte nicht übereinstimmen. Der erstere Beobachter fand Ganglienzellen nur in den Ambulacralstämmen; der Nervenring enthielt bloss faserige Elemente. Häckel hingegen bemerkt, dass die beiderlei nervösen Elementartheile, also Ganglienzellen und Nervenfasern, in der ganzen Ausdehnung der Radialstränge und des Nervenringes vorzukommen scheinen und zwar in einer solchen Anordnung, dass die Zellen in der Peripherie, die Röhren in der Achse der Nervenstränge überwiegen mochten. Ueber die nähere Beschaffenheit der Formelemente des Nervensystems (es bezieht sich alles auf die Seesterne) erfahren wir weiter, dass dieselben höchst zart sind, indem Einwirkung des Wassers, leichte Zerrung mit der Nadel, schwacher Druck des Deckgläschens hinreichen, um sie in eine unkenntliche feinkörnige Trümmernasse zu verwandeln. Die Ganglienzellen sind äusserst blasse helle Kugeln von tropfenähnlichem Habitus, ohne besondere wahrnehmbare Membran; zwischen ihnen eine gleichartige verkittende Substanz; der Kern ebenso blass, homogen, excentrisch gelagert. Fortsätze der Nervenzellen und Verbindungen mit Primitivröhren waren nicht zu erkennen. Die letzteren selber anlangend, so sind sie eben so zart, blass homogen und ohne sichtbare Scheidung in Hülle und Inhalt. Die allgemeine Hülle der Nerven (Neurilemma) ist ziemlich fest, homogen und quer gerunzelt unter ihm sowie zwischen den Primitivfasern liegen bei gefärbtem Nervensystem Längsreihen oder klumpige Anhäufungen von Pigmentzellen.

Drittes Kapitel.

Thiere mit seitlich symmetrischem Nervensystem.

I. Würmer (Vermes).

1. Plattwürmer und Rundwürmer.

Die Gesamtform des Thieres und die Gestalt des Nervensystems stehen gerne in einem gewissen Einklang, und so finden wir, dass zuerst bei Würmern mit deutlicher Ausprägung des seitlichen Ebenmasses das Nervensystem ebenfalls einen bilateralen Charakter an sich trägt.

¹⁾ Krohn, Archiv f. Anat. u. Phys. 1841, S. 1. — ²⁾ Delle Chiaje, *Memoria sulla storia e notomia d. anim. s. vertebr.* Vol. I. — ³⁾ In Gegenbaur's Grundsätzen der vergleichend. Anat. S. 114, Anmerk.

Zwar hat uns das, was oben (S. 119, S. 120) hinsichtlich der Nematoden auseinandergesetzt wurde, schon belehrt, dass nicht alle Würmer unter diesen Gesichtspunkt zu bringen sind, auch möchte der «Nervenring» der Nematoden vielleicht eher dem der Echinodermen, als dem Schlundring der übrigen Würmer zu vergleichen sein; und auch jetzt ist noch, ehe wir uns die rein typischen Formen vorführen können, auf einige Wurmgattungen hinzuweisen, die unserm Schema sich nicht fügen.

Zunächst sind es wieder gewisse Eingeweidewürmer. So ist es von den Bandwürmern (Cestoden), was schon oben (S. 119) erwähnt wurde, noch völlig zweifelhaft, ob sie überhaupt ein Nervensystem besitzen. (Sieh. Zusatz: a.)

Kaum von paarigem Charakter — nach den vorliegenden Mittheilungen zu schliessen — ist der im Grunde der Rüsselscheide befindliche Ganglienknoten der Kratzer (*Acanthocephalus*); er entsendet eine Anzahl feiner Nervenfasern nach verschiedenen Richtungen, wovon die nach hinten tretenden die Rüsselscheide durchbohren. Indessen scheint es mir, wenn wir die vorhandenen Abbildungen besehen, noch keineswegs über allen Zweifel erhaben zu sein, ob nicht am Ende das vermeintliche Ganglion doch nur eine Drüse sei! (Sieh. Zusatz: b.)

Auch die Gattung *Sagitta*, ein Thier, über dessen systematische Stellung man sich noch nicht hat einigen können, besitzt nur einen einzigen ovalen Bauchknoten; von ihm begeben sich zwei Nervenstämme an den Seiten des Körpers nach hinten und zwei nach vorne. Indem diese letzteren im Kopfe sich zu einer Schlinge vereinigen, entsteht eine Art Schlundring von beträchtlicher Weite; hiedurch und durch die erwähnten beiden Seitennerven kommt eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Nervensystem derjenigen Würmer zu Stande, welche ein bestimmt paarig entwickeltes Nervensystem erkennen lassen. Noch mehr aber meine ich, nähert sich die Form des Nervensystems der *Sagitta* dem der Mollusken, als demjenigen der Würmer. Doch lauten die Angaben der Beobachter über das Nervensystem des genannten Thieres so verschieden, dass man einstweilen nur mit allem Vorbehalt daraus eine allgemeinere Ansicht abzuleiten vermag. (Sieh. Zusatz: c.)

Die Würmer, auf welche zuerst die Ueberschrift dieses Kapitels in eigentlicherem Sinne ihre Anwendung findet, sind die Saugwürmer (Trematoden) und die Strudelwürmer (Turbellarien). Das Nervensystem der Trematoden ist bilateral symmetrisch und besteht aus Ganglien, die zur Seite des Schlundes liegend durch eine auf dem Rücken des Schlundes herübergehende Quercommissur verbunden sind, feine Fäden nach vorne schicken und jederseits nach hinten einen stärkeren Faden oder Seitennerven abgeben. Ein eigentlicher „Schlundring“, obschon diese Bezeichnung von manchem Autor gebraucht wird, scheint, da nur eine Nackencommissur erwähnt wird, noch nicht aufzutreten.

Trotzdem, dass das Nervensystem aus einer ziemlichen Anzahl von Thieren dieser Gruppe beschrieben ist, muss ich doch als auffallend bezeichnen, dass wir manche Detailbeschreibungen und ins Einzelste gehende bildliche Darstellungen des Baues der Trematoden besitzen, welche des Nervensystems nicht gedenken. Am bestimmtesten scheint es sich bei der Gattung *Amphistomum* erkennen zu lassen; hier wurde es von Bojanus entdeckt, von Laurer und Diesing nachgewiesen, in neuerer Zeit noch von de Filippi abgebildet und durch Walter histologisch ge-

prüft. Dann sind es vorzüglich noch mehr Spezies der Gattung *Distomum* deren Nervensystem bekannt geworden ist. Warum aber sucht man vergeblich in den meisterhaften Figuren, welche wir Wagener, z. B. in *Distomum appendiculatum* und *Gyrodactylus elegans* verdanken, nach den Spuren eines Nervensystems, und warum berichtet dieser feine Beobachter bloss aus *Dactylogyrus pedatus* von einem «nervensystemartigen Band unter der Rückenseite über dem Anfange des Darmes liegend»? Haben nicht die einen Gattungen dieses Organsystem, die andern nicht, oder ist dennoch bloss übersehen worden? Mir scheint, dass eine speziell hierzu gerichtete Untersuchung wohl am Platze wäre. (Sieh. Zusatz: d.)

Was die Strudelwürmer¹⁾ oder Turbellarien betrifft, so hat man zuerst die Süsswasserformen auf ihren Bau untersucht und hier konnten weder v. Bär noch Dugès Ganglien oder Nerven entdecken. Die zunächst folgenden Beobachter sprechen, wenigstens für die dendrocoelen Strudelwürmer oder Planarien von einem Ganglienpaar, dem die Augen aufsitzten auch wohl von strahligen Nervenknotten. Gegenwärtig weiss man namentlich durch O. Schmidt, welcher diesen Thieren eine andauernde Aufmerksamkeit zuwendet, dass im Vorderende der Planarien zwei ansehnliche Gehirnknoten liegen, welche abgesehen von kleineren Zweigen je einen starken Seitennerven nach hinten schicken. Und was besonders hervorgehoben werden verdient, die Commissur, welche die Gehirnknoten verbindet, scheint immer unter dem vordersten Darmblindsack hinwegzugehen. Bei den rhabdocoelen Strudelwürmern hatte Max Schultze schon früher die gleiche Grundform des Nervensystems nachgewiesen, nämlich zwei durch eine einfache Brücke verbundene Centralganglien, oder durch fast völliges Schwinden der verbindenden Commissur, ein Doppelganglion.

Ein eigentlicher Schlundring, d. h. eine zweite den Blindast des Darmkanals vom Rücken umgreifende Quercommissur wurde für alle Turbellarie in Abrede gestellt. Nur die Nemertinen besitzen eine solche. Jünger hat jedoch O. Schmidt erklärt, er glaube bei Planarien einigemal mit der Lupe eine Doppelcommissur, den Darmblindsack umschliessend, wahrgenommen zu haben.

Um vieles leichter zu untersuchen sind die marinen Strudelwürmer, und desswegen sind von vielen Arten die Hirnganglien und deren ausstrahlende Nerven schon zu einer Zeit bekannt geworden, in der man noch in sehr unsicherer Weise von dem Nervensystem der Turbellarien überhaupt sprach. Das Gehirn liegt hier in einem Hohlraum und von ihm gehen nach vorne strahlenförmig vier, bis sechs sehr durchsichtige Nerven weg; von der Seite biegt sich ein stärkerer Ast zur vorderen Partie des Körpers, endlich nach hinten die zwei dicken Seitennerven. Zur Schlundröhre gehen noch sehr feine Fädchen. Es ist hier vorzugsweise *Quatrefores* zu nennen, durch dessen genaue Beschreibungen die Organisation vieler im Mittelmeer lebender Planarien zuerst aufgeheilt wurde.

Während bei den rhabdocoelen und dendrocoelen Strudelwürmern ein eigentlicher Schlundring fehlt oder wenigstens noch zweifelhaft ist, so wird bei den Nemertinen das jederseits zweilappige Gehirn noch durch eine zweite Commissur verbunden, so dass de:

1) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Tafel I, fig. 1, d; fig. 2, f.

Rüssel jetzt von einem Schlundring umfasst wird und somit in bestimmter Weise das Gehirn jene Zusammensetzung erhält, die bei den höheren Würmern oder Annulaten wahrscheinlich ausnahmslos fortbesteht. Diese Annäherung der Nemertinen an die Ringelwürmer giebt sich bekanntlich auch dadurch kund, dass bei manchen der Körper nicht flach, sondern mehr drehrund ist. Und ferner, obwohl die vom Gehirn entspringenden Nerven im Allgemeinen dem Typus der Planarien folgen, so werden doch Arten aufgeführt, bei welchen die nach hinten gerichteten und durch bedeutendere Dicke sich auszeichnenden Seitennerven sich stark nähern, und es soll sogar den Anschein haben, als ob an diesen Längsstämmen eine Ganglienbildung für die abtretenden Verzweigungen aufträte, was sich gleichfalls in dem bezeichneten Sinne deuten liesse. Auch das, was frühere und neuere Beobachter über den histologischen Bau der Seitennerven veröffentlichen, spricht dafür, dass sie ähnlich wie die Bauchstämme der Ringelwürmer nicht blosse periphere Nerven sind, sondern einen theilweise centralen Charakter haben. Von dieser Gruppe der Strudelwürmer hat ebenfalls Quatrefages zugleich mit Rathke das Nervensystem entdeckt und ausführlich behandelt. (Sieh. Zusatz: e.)

Historische und zootomische Zusätze.

a) Bei *Tetrarhynchus* hat zuerst J. Müller¹⁾ eine mitten zwischen den Wurzeln der vier Rüssel liegende kleine platte Anschwellung angezeigt, mit abgehenden zarten Fäden. Es möge »wahrscheinlich« ein Nervensystem sein; näher beschrieben und abgebildet, doch ebenfalls nur als »muthmaassliches Ganglion« durch Wagener²⁾: dasselbe sei platt viereckig, von den Ecken gehen Fäden zu den Rüsselscheiden und Kolben. Die Fasern dieser Fäden sollen an die Nervenfasern der niedern Thiere erinnern. Von *Taenia serrata* will Blanchard³⁾ ein Nervensystem gesehen und isolirt haben: zwei kleine Knoten verbunden durch eine Commissur schicken Nerven in die Seitentheile des Kopfes, jederseits ein Nerv nach hinten zu einem Ganglion an der Basis der Saugnäpfe. Nach Andern beruht diese Darstellung des Nervensystems auf Täuschung. An *Ligula* möchte Lereboullet⁴⁾ zwei auf der Rückseite herablaufende Längsstreifen für Nerven halten, doch ist die Anerkennung derselben als Nerven auch noch nicht erfolgt.

b) Die centrale Ganglienmasse der Acanthocephalen unterschied zuerst Dujardin als »un corps glanduleux ou ganglionaire«⁵⁾; bestimmter sprach sich

1) Joh. Müller im Archiv f. Anat. u. Phys. 1836 (Jahresb. S. CVI). Nach van Beneden (wie ich nach Leuckarts »Menschliche Parasiten« citire) soll eine ganze Gruppe von Ganglien sich hier finden. — 2) Wagener, Die Entwicklung der Cestoden in d. Verhandl. d. kais. Leop. Carolin. Akad. 1854. Supplement zu Bd. 24. — 3) Blanchard, Ann. d. sc. natur. T. X, 1848. Pl. 12, fig. 5. — 4) Lereboullet, L'Institut 1839, N. 812. — 5) Dujardin, Histoire naturelle des Helminthes, Paris 1845.

v. Siebold¹⁾ für ihre Deutung als Centralnervensystem aus. Eine neuere Zeichnung dieses »Gehirnganglions« lieferte Stein²⁾.

c) Das Nervensystem der *Sagitta bipunctata* beschrieb zuerst Krohn³⁾. Kopfganglion platt, ungefähr sechseckig, von ihm weg zwei Paar Nervenstämme, von denen das hintere zum Bauchganglion tritt. Eine eigenthümliche Schlinge von Kopfnerven nach hinten hat K. später zurückgenommen⁴⁾. Das Bauchganglion zeigt eine intensiv weisse Marksubstanz und eine aus Ganglienkugeln bestehende hellere Rinde. Leuckart konnte die Nervenschlinge ebenfalls nicht finden⁵⁾. In *Sagitta germanica* kommen nach Wilms⁶⁾ im Kopf nach oben ein mittleres Ganglion vor mit seitlichen Nerven, dann zwei Seitenganglien, welche die Augen tragen; auf der Bauchseite des Kopfes fanden sich zwei Ganglien, ein vorderes kleines, fast viereckiges, und ein hinteres grosses; ovales (das von Krohn gesehen). Von beiden gingen Nerven aus. Die Existenz des Bauchganglions läugnete Busch⁷⁾. Meissner⁸⁾, dessen Aussage zufolge ebenfalls *Sagitta* des Bauchganglions entbehren soll, beschreibt von *Sagitta helgolandica* ein Nervensystem, das aus Gehirn und Rückenmark bestehe, das Thier soll nämlich, dem genannten Autor zufolge, ein Wirbelthier sein! Dagegen erklären sich auf das bestimmteste Leuckart und Pagenstecher⁹⁾. Vergl. auch die Aeusserung Gegenbaur's¹⁰⁾. Das Krohn'sche Bauchganglion wird übrigens auch von Keferstein¹¹⁾, dem neuesten Beobachter der *Sagitta*, für den sog. Bauchsattel erklärt. Dies Gebilde sei gewiss kein Nervenknotten, stehe auch in keinem Zusammenhang mit dem Gehirn.

d) Bojanus¹²⁾ untersuchte *Amphistomum subtriquetrum* und *A. conicum*. Ausser den zur Seite des Schlundkopfes liegenden Ganglien und den schon oben bezeichneten Nerven wäre noch eine besondere von den beiden Seitennerven entspringende Schlinge vorhanden, welche unter dem Darmkanal liegend durch ihr Weite fast an das Nervensystem der Muscheln erinnern würde. Doch gedenkt kein Späterer mehr dieser Schlinge. Laurer¹³⁾ zergliederte *Amph. conicum* Diesing¹⁴⁾ *Amphistomum giganteum*, de Filippi¹⁵⁾ hatte *Amph. subclavatus* (*Diplodiscus Diesingii*) vor sich; über dieselbe Spezies hat am ausführlichsten Walter¹⁶⁾ gehandelt. Er beschreibt zwar einen »Schlundring«, seine Abbildungen aber zeigen mir nur Ganglien zur Seite des Schlundes und eine der Rückenfläch-

1) v. Siebold, vergleichende Anat. 1848. Die Angaben von Henle über einen Ganglion um die Geschlechtsöffnung (*Echinorhynchus nodulosus*) im Arch. f. Anat. u. Phys. 1840, sowie ein Nervenstrang, den Burow als zarten Faden auf der unteren Seite des Leibes mit fünf bis sechs Knötchen beschrieb (*Echinorhynchi strumosi anato* 1836), werden schwerlich jemals Bestätigung finden. An *Echinorhynchus angustatus* erklärt Stein (Car. Icon. zool.) das Ganglion für eine Drüse, welche eine klebrige Flüssigkeit absondert.

2) In den *Icones zoologicae* von Viet. Carus, Taf. VII, fig. 2g, fig. 4g. — 3) Krohn anat. phys. Beobachtungen üb. *Sagitta bipunctata*, 1844. — 4) Krohn, Nachträgt. Merk. üb. d. Bau d. Gattung *Sagitta*, Arch. f. Naturgesch. 1853. — 5) Leuckart, Zool. Untersuchungen 1854. — 6) Wilms, *Observationes de Sagitta*, Dissert. 1846. — 7) Busch Beobachtungen üb. Anat. u. Entwickl. einiger wirbelloser Seethiere. 1851. — 8) Meissner Verhandl. d. schweiz. naturf. Gesellschaft zu Basel, 1857. — 9) Leuckart u. Pagenstecher, Untersuchungen üb. niedere Seethiere, Archiv f. Anat. u. Phys. 1858, Leuckart, Jahrb. 1856, 1858. — 10) Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 1859, S. 387 Anmerk. — 11) Keferstein, Untersuchungen üb. niedere Seethiere Ztschrift f. wiss. Zool. 1862. Ich möchte indessen noch besonders auf eine mir erst jüngst zugänglich gewordene Abhandlung von Busk, *Relations of Sagitta bipunctata*, Quart. Journ. microsc. Sc. Vol. 4, 1856 hinweisen, die mir, insoweit dies ohne eigene Anschauung möglich ist, den »Bauchsattel« doch als ein echtes Bauchganglion erscheinen lässt. B. bildet dasselbe bei stärkerer Vergrösserung ab, wodurch man sieht, dass nicht bloss die äussere Gestalt des Gebildes und die abgehenden Stränge recht wohl zu einem Ganglion stimmen, sondern auch der feinere Bau. Der Körper besteht, abgesehen von dem hellen Neurilem aus einer zelligen Rindenschicht und einer weisslichen Centralsubstanz, aus welcher letztere die Nervenfasern zunächst hervorgehen. Ich meine daher, es habe der nächste Beobachter vor allem festzustellen, inwieweit die Busk'sche Figur auf Wahrheit beruht, um die Frage nach der Existenz des Krohn'schen Bauchganglions zu entscheiden. Auf mich macht die Abbildung des Bauchganglions sowie des Kopfganglions und seiner Aeste (an den Sehner ausser den Sehganglien noch eine kleine ganglienförmige Anschwellung!) den Eindruck, als seien die Beobachtungen des englischen Forscher's sorgfältiger Art. — 12) Bojanus Isis 1821. — 13) Laurer, de *Amphistomo conico*. — 14) Annalen des Wiener Museums. — 15) De Filippi, *Deuxième Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trematodes*. Mém. de l'acad. d. sc. de Turin, 1855. — 16) Walter, Beitr. z. Anat. einzelner Trematoden, Arch. f. Naturgesch. 1856.

angehörige Quercommissur. Die centralen Knoten bestehen bloss aus dicht gedrängten Ganglienzellen »ohne gemeinschaftliche Kapselmembran«. Von den Ganglien entspringen je zwei Nervenstämme, ein seitlicher schwächerer zur »Cuticula« und den Muskeln der Vorderhälfte des Thieres, ein stärkerer nach hinten verlaufender und bis zum hintern Saugnapf verfolgbarer Stamm; er schwillt dabei durch Einlagerung von Ganglienzellen nochmals an. — Ueber *Distomum hepaticum* vergleiche Bojanus ¹⁾, Mehlis ²⁾; über *Distomum duplicatum*, *D. holostomum* theilt von Siebold ³⁾ mit, dass deren Nervensystem ganz so angeordnet sei, wie bei *Amphistomum conicum*. Nach Walter ⁴⁾ stimmt *Distomum lanceolatum* in Lage und Richtung der Nervencentren und der peripherischen Nervenverzweigungen fast ganz mit *Amph. subclavatum* überein; eine »analoge Anordnung« zeigten *Distomum cygnoides*, *D. clavigerum*, *D. variegatum*, *D. endolobum*; *Distomum hepaticum* weicht durch die Lage des »Schlundringes« und das Fehlen der »vordern Ganglienmasse« etwas ab, auch mangelt die Endanschwellung der Seitennerven. Gegen die oben erwähnte Beobachtung Wagners ⁵⁾ an *Dactylogyrus* glaubt Leuckart ⁶⁾ das Nervensystem in Form einer zweilappigen Ganglienmasse unterhalb der Augenflecke aufgefunden zu haben. — Von *Tristomum* hat Kölliker ⁷⁾ das Nervensystem beschrieben; von *Polystomum* van Beneden.

Endlich giebt es noch ein merkwürdiges parasitisches Thier, die Gattung *Myzostomum*, das man in die Nähe der Trematoden zu stellen pflegt, ob schon es durch manche Eigenthümlichkeiten seines Baues und ganz insbesondere durch sein von Lovén ⁸⁾ zuerst erkanntes Nervensystem von diesen Würmern bedeutend abweicht. Ein grosses längliches Ganglion auf der Bauchseite des Thieres zwischen Magen und der mittleren, vielstrahligen Muskelmasse bildet das Nervencentrum, von welchem die grössern Nervenstämme seitlich ausstrahlen. Histologische Angaben erhielten wir durch Semper ⁹⁾, die, wenn sie sich bewahrheiten, das Bauchganglion des *Myzostomum* als sehr eigenthümlich gebaut erscheinen lassen. Es bestehe aus einer feinkörnigen dicken Rinde und einer centralen länglichen, anscheinend zelligen Masse. Dem nächsten Beobachter möchte ich empfehlen, darauf zu achten, ob nicht dieses Nervencentrum dennoch in seiner inneren Anlage eine gewisse Duplizität besitzt, ähnlich wie ich es unten von dem unpaaren Bauchmarksganglion der Dipteren u. s. w. auszusagen habe; dann ferner auch nachzusehen, ob von den am Vorderrand des Ganglions abgehenden Nerven, deren weiterer Verlauf bis jetzt noch nicht erforscht ist, nicht eine Schlinge zur Umfassung des Schlundes entsteht, ähnlich wie bei manchen niederen Krebsen. Ich vermüthe eine solche Organisation um so eher, als auch sonst das bis jetzt bekannt gewordene Nervensystem des *Myzostomum* noch am ehesten an Arthropoden, insbesondere an Arachniden erinnert, und ich wäre auch sonst geneigt, das Thier eher in den Kreis der Schmarotzerkrebse, als in den der Trematoden aufzunehmen.

e) Bei *Pseudostomum faeroense* erkannte O. Schmidt ¹⁰⁾ das Centralnervensystem: eine viereckige Nervenmasse, auf ihr die vier Augenflecken, von ihr zwei Fäden längs des Magens herabgehend. Frey und Leuckart ¹¹⁾ sahen bei *Vortex vittatus* einen »queroblongen, zweilappigen Gehirnknoten«. Max Schultze ¹²⁾ wies das Nervensystem in allen Familien dieser Ordnung nach, so bei *Opisthomum pallidum*, *Vortex viridis*, *V. balticus*, *Derostomum Schmidtianum*, *Prostomum lineare*, *Mesostomum rostratum*, *M. tetragonum*, *M. pratense*, *Macrostomum hystrix*. O. Schmidt ¹³⁾ gedenkt später einer deutlichen Nervenmasse,

1) Bojanus a. a. O. — 2) Mehlis, *Observationes anat. d. Distomae hepaticae et lanceolatae*, 1825. Er berichtet auch von Anschwellungen an den Hauptstämmen. — 3) v. Siebold, *vergleichende Anat.* 1848. — 4) Walter a. a. O. — 5) Wagners, *Helminthologische Bemerkungen*, Ztschr. f. wiss. Zool. 1858. — 6) Leuckart, *Jahresb. üb. d. Leistungen in d. Naturgesch. d. niederen Thiere während des Jahres 1857*. — 7) Kölliker, *Berichte von der zootom. Anstalt in Würzburg*, 1849. — 8) Lovén, *Myzostoma cirriferum*, ein parasitischer Wurm, *Archiv f. Naturgesch.* 1842. — 9) Semper, *z. Anat. u. Entwicklungsgesch. d. Gattung Myzostoma*, Ztschr. f. wiss. Zool. 1858. — Max Schultze hatte das von Lovén beschriebene Nervensystem nicht finden können. *Verhandlungen d. phys. med. Gesellsch. in Würzburg*, 1858. — 10) O. Schmidt, *Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer*, 1848. — 11) Frey u. Leuckart, *Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere*, 1847. — 12) Max Schultze, *Beitr. z. Naturgesch. d. Turbellarien*, 1851. — 13) O. Schmidt, *Neue Rhabdocoelen aus d. nördlichen u. d. adriatisch. Meer*, Sitzb. der Wiener Akad. 1852.

der die Augen aufliegen von *Prostomum Botterii*, eines Doppelganglions bei *Vortex Benedeni*. Genaue Mittheilung über das Nervensystem von *Mesostomum Ehrenbergii* giebt Leuckart¹⁾. (Scheint wegen »beispielloser Durchsichtigkeit« und da es eine der grössten Mesostomen ist, am geeignetsten zu sein, um den Bau erkennen zu lassen.) Zuletzt erwähnt O. Schmidt²⁾ ein innig verwachsenes Doppelganglion bei *Mesostomum fallax* (*Schizostomum*), *M. trunculum*. Vor zahlreichen Rhabdocoelen, deren Organisation von dem zuletzt genannten Forscher und Andern erörtert wird, ist das Nervensystem übergangen, und es will scheinen, als ob es bei manchen Arten sehr schwer oder gar nicht zu beobachten wäre, sowie ich denn auch an den von mir³⁾ beschriebenen Arten nichts von Ganglien oder Nerven zu berichten hatte.

Dass v. Bär⁴⁾ und Dugès⁵⁾, deren Abhandlungen über Planarien, obschon jetzt älteren Datums, man immer mit grossem Interesse lesen wird, bei den in Süßwasser vorkommenden Arten sich vom Dasein eines Nervensystemes nicht überzeugen konnten, wurde oben schon erwähnt; auch ist dies für die Untersuchungsmittel von damals und bei der Schwierigkeit des Gegenstandes kaum möglich gewesen. Zuerst beobachtete Ehrenberg⁶⁾ bei *Planaria lactea* unterhalb der zwei Augenpunkte je einen »drüsigen« Körper oder ein Ganglion, bei *Polycelis* seien mehrere strahlige Nervenknotten in der Mitte vorhanden. Der Augenganglion von *Pl. lactea* gedenkt dann auch F. F. Schultze⁷⁾, will aber ferner bei *P. torva* zwei feine Fäden haben abgehen sehen, welche durch vier Knötchen verbunden, die Mundöffnung umgeben sollten. Nachdem die Anatomie der Süßwasserplanarien lange Zeit geruht, veröffentlichte Max Schultze⁸⁾ eine Figur der *Pl. torva* mit den Eingeweiden; das Nervensystem ist als quergezogene Doppelganglion, ähnlich dem der Rhabdocoelen dargestellt. Nach dem, was ich bei andern Planarien sehe, wovon gleich nachher, ist es mir auffallend, das gerade *Pl. torva* eine derartige Gehirnform haben soll, bei andern einheimische Planarien ist es wesentlich davon verschieden. Jüngst hat O. Schmidt⁹⁾ eine Abbildung des Nervensystems von *Polycelis cornuta* erscheinen lassen.

Ich habe mich ebenfalls bemüht, das Nervensystem unserer Süßwasserplanarien kennen zu lernen und muss vor Allem bemerken, dass man hiebei in ganz ungewöhnlichen Hindernissen zu kämpfen hat. Es standen mir die Gattung *Polycelis nigra*, ferner *Planaria (Dendrocoelum) lactea*, endlich die *Planarionomocephala*¹⁰⁾ zu Gebote. Noch am ehesten lässt sich unter Anwendung schwacher Vergrößerung und bei methodischem Druck an *Polycelis nigra*, nachdem man das Thier durch einen Tropfen Essigsäure getödtet hat, ein kolbiges Ganglion paar mit Querbrücke unterscheiden, sowie davon ausstrahlende Linien nach dem Kopfe, ferner eine kurze Strecke weit eine Verlängerung der Ganglien nach hinten, um die Seitenerven des Körpers zu bilden, alles ungefähr so, wie Schmidt von *Polycelis cornuta* abbildet, aber das Ganze ausnehmend schwach conturirt; *Polycelis cornuta* muss ein ungleich günstigeres Object sein, da genannte Beobachter mit so sicherer Hand das Nervensystem dieser Planarien zeichnen konnte.

Von der *Planaria goniocephala*, welche um vieles grösser und dicker ist, habe ich viele Exemplare auf die verschiedenste Weise behandelt, bis ich die Gelegenheit zu haben glaubte, dass jeder der beiden Augenflecken auf einem beiförmigen Ganglion ruht, dessen Stiel nach hinten zum Seitennerv wird. Letzteres konnte ich jedoch mikroskopisch unmöglich weiter verfolgen, wohl aber glän-

¹⁾ Leuckart, Archiv f. Naturgesch. 1858. — ²⁾ O. Schmidt, die rhabdocoelen Strömungen aus d. Umgebung von Asken, Denkschrift d. Wiener Akad. 1858. — ³⁾ Leydig, Zoologisches Jahrbuch (Sitzungsberichte), Archiv f. Anat. u. Phys. 1854. — ⁴⁾ v. Bär, in Annalen der physik. Thier. Al. d. Planarien, Verhandlungen d. Leop. C. Akad. 1856. — ⁵⁾ Dugès, Arch. zur Organisation et les moeurs des Planaires, Ann. d. Chem. P. 1856. — ⁶⁾ Ehrenberg, Versuch der gangliösen Abgrenzung innerhalb der Planarien, Abh. v. 21.

⁷⁾ F. F. Schultze, Abhandlung d. Wiss. in Berlin u. d. J. 1855. — ⁸⁾ F. F. Schultze, Planarien anatomisch, zoologisch u. systematisch, Berlin 1856. — ⁹⁾ Max Schultze in den Festen der Naturforsch. u. Naturh. Ges. in Bonn 1857. — ¹⁰⁾ O. Schmidt, die dendrocoelen Strömungen aus d. Umgebung von Göttingen, Zool. f. Wiss. Zool. 1856. — ¹¹⁾ Ehe ich die *Planaria goniocephala* untersuchen konnte, hatte ich nicht das Geringste von mir beobachtet. Auf Archiv f. Anat. u. Phys. 1854. ist diese von Leydig aufgestellte Species, *Allophorocelis* von der auch von O. Schmidt Zool. f. Wiss. Zool. 1856, dass die Gattung *Planaria* eine andere, wohl selbständ. Gattung ist.

man mit Hilfe der Lupe an der Unterseite des Thieres in Form von zwei helleren Streifen die Spuren dieser Nerven zu erblicken. Diese zwei lichtern Linien mögen um so eher die Lage der Seitennerven verrathen, als auch die Hautstellen, an welchen die birnförmigen Hirnganglien liegen, ungefärbt sind; denn die zwei weissen, so auffallenden Flecken, welche halbmondförmig die schwarzen Augen umgeben, befinden sich gerade über den Ganglien. Und es ist auch von andern Turbellarien bekannt, dass, z. B. bei schwarz gefärbten Nemertinen, die Haut über und unter dem Gehirn gewöhnlich eine hellere Farbe hat als die Umgebung und dadurch dieses Organ sich schon nach aussen markirt. Was die Hirncommissur betrifft, so glaube ich sie als eine höchst blasse Querbrücke gesehen zu haben.

Da die beiden abgehandelten Arten stark gefärbt sind, so meint man besondere Hoffnung auf die unpigmentirte *Planaria lactea* setzen zu können, die aber, sobald man das Thier unter dem Mikroskop hat, nicht in Erfüllung geht. Trotz aller Mühe habe ich nur die birnförmigen Ganglien gesehen, denen je ein Auge aufsitzt. Die Stiele der Ganglien, welche gegen die Mittellinie des Thieres sich hinneigen, sind als Anfänge der Seitennerven zu betrachten, über deren weiteren Verlauf ich aber auch nicht das mindeste mir zur Anschauung bringen konnte, ebenso habe ich ganz vergeblich nach einer die Ganglien verbindenden Brücke gespäht. Sowohl Ehrenberg als auch F. F. Schultze sprechen, wie schon vorgebracht wurde, von einem Ganglienpaar der *Planaria lactea*, allein man ist nicht sicher, ob darunter nicht der später zu besprechende helle Innenkörper des Auges gemeint sei; wenigstens ist störend, dass Ehrenberg anmerkt, das von Schultze beschriebene *Corpus vitreum* scheine das zu sein, was er Markknoten nenne.

Soviel ist gewiss, dass die Nervensubstanz der Süsswasserplanarien ausserordentlich zart und weich sein muss, da sie so wenig anschaulich werden will, während man doch die Verzweigungen der sog. Wassergefässe, die Muskeln der Haut und andere feinere Structurverhältnisse mit Bestimmtheit zu sehen vermag! Niemals aber, und das möchte ich nochmals hervorheben, sah ich Nervencentren von der querausgezogenen Form, wie M. Schultze von *Planaria torva* zeichnet; vielmehr stehen die beiden birnförmigen Ganglien so, dass ihr Längendurchmesser dem gleichen Durchmesser des Thieres entspricht, also schon eher an die Hirnhälften der Nemertinen erinnern.

Merklich consistenter müssen Ganglien und Nerven bei den im salzigen Wasser lebenden Planarien sein. Schon aus Mertens Darstellung¹⁾ ergibt sich bei *Planocera sargassicola* und *Pl. pellucida* das Vorhandensein eines doppelten oder verschmolzenen Hirnganglions; später hat Quatrefages²⁾ Gehirn und Nerven beschrieben von *Polycelis laevigatus*, *P. pallidus*, *P. modestus*, *Eolidiceros Broschii*, *E. panormus*, *Stylochus palmula*, *St. maculatus*, *Prosthlostomum arctum*, *Proceros sanguinolentus*. Zuletzt bildet O. Schmidt³⁾ das Gehirn ab von *Polycelis laevigatus*, *Prosthlostomum hamatum*, *Gunda lobata* (hier sei das Gehirn «unregelmässig-lappig»).

Gehirn und Nerven gewisser Nemertinen wurden zwar von delle Chiaje⁴⁾ und Dugès⁵⁾ schon gesehen, aber für Herzen und Gefässe gehalten, was sich auch noch später von anderer Seite⁶⁾ wiederholt hat. Zuerst war es Rathke⁷⁾, welcher bei *Borlasia striata* die Theile richtig als Gehirnganglien, Kopf- und Seitennerven deutete. Unabhängig von dem deutschen Forscher entdeckte auch Quatrefages⁸⁾ das Nervensystem und gab darüber später sehr detaillirte Mittheilungen (*Polia mandilla*, *P. bembix*, *P. humilis*, *Oerstedtia maculata*, *Valencinia splendida*, *Borlasia camillea*, *Nemertes peronea*, *Cerebratulus crassus*). Be-

1) Mertens, üb. d. Bau verschiedener in der See lebenden Planarien, *Mém. de l'acad. imp. de St. Petersburg*, 1833. Freilich wird dort das Nackenganglion noch verkannt und für ein Herz angesprochen. — 2) Quatrefages, *sur les Planaires*, *Ann. d. sc. natur.* 1845. — 3) O. Schmidt, Bemerkgen üb. Turbellarien von Corfu u. Cephalonia. *Ztsch. f. wiss. Zool.* 1862. — 4) delle Chiaje, *Memoria sulla storia et notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli*. 1825. — 5) Dugès, *Ann. d. sc. natur.* 1830. — 6) Oerstedt, Beschreibung der Plattwürmer. 1844. — 7) Rathke, *Neueste Schrift. d. naturf. Gesellsch. in Danzig*. 1842. — 8) Quatrefages, *Seance d. l. Soc. philomatique d. Paris*, 1841 (*L'Institut*, nr. 416); *Iconographie du Regne animal de Cuvier, Zoophytes (Nemertes Camilleae)*; *Sur les Nemertes*, *Ann. d. sc. nat.* 1848.

stättigende und erweiternde Beobachtungen lieferten Frey und Leuckart ¹⁾, sowie Max Schultze ²⁾, welcher letzterer zuerst den Bau des Gehirns zu systematischer Verwendung vorschlägt. Hierin folgt ihm der neueste Untersucher der Nemertinen, Keferstein ³⁾, welcher das Nervensystem von *Borlasia mandilla*, *B. splendida*, *Prosorhochmus Claparedii*, *Cephalothrix longissima*, *Ceph. ocellata* näher erforscht hat.

Das Gehirn der Nemertinen, im Verhältniss zum Thier oft sehr gross, besteht aus zwei Doppelganglien, entweder so, dass jede Hälfte des Gehirns aus zwei ovalen Ganglien zusammengesetzt ist, die, obschon mehr vor- als übereinander liegend, doch einem obern und untern Schlundganglion der Ringelwürmer entsprechen und wobei das obere Ganglion nur den vorderen Theil des unteren bedeckt (Familie der Tremacephaliden); oder zweitens, die oberen Ganglien verlängern sich weit nach hinten, so dass man von oben die untern Ganglien gar nicht sieht (Familie der Rhochmocephaliden). — Zwischen den beiden vorderen Ganglien die Rückencommissur, zwischen den beiden hinteren die Bauchcommissur. — Von dem oberen Ganglion Nerven zu den Augen und zu den Seitenorganen; die untern verdünnen sich nach hinten zu den Seitennerven. Letztere nähern sich bei der Gattung *Oerstedtia* der Medianlinie des Körpers; bei *Cephalothrix* enden sie, wie es scheint, mit einer länglichen Anschwellung. Spuren von Anschwellungen an der Basis der abgehenden feinen Nerven bei *Borlasia camillea*.

Abgesehen vom Neurilemm zeigt das Gehirn eine Zusammensetzung aus Rinden- und Marksubstanz. Erstere bestehe nur aus feinkörniger Masse, nicht aus Ganglienkugeln, letztere sei fibrillär. Auch die Seitennerven besitzen nicht bloss eine längsfaserige Innensubstanz, sondern auch die feinkörnige Rinde. Bei einer grossen Anzahl von Nemertinen erscheint Gehirn und der Anfang der Seitennerven röthlich gefärbt, welches Pigment nicht der Hülle, sondern der körnigen Rinde angehört. An *Nemertes olivacea* schimmert schon fürs freie Auge das rothe Gehirn aus dem Vorderende des grüngefärbten Thieres hervor.

2. Anneliden.

Bei der Familie der Nemertinen waren die Gehirnganglien durch zwei die Schlundröhre zwischen sich nehmende Commissuren verbunden, somit zuerst ein unbezweifelbarer Schlundring entstanden. Hiedurch, sowie durch den Umstand, dass bei manchen Arten die vom Gehirn kommenden zwei Bauchstränge allmählig sich von der Seite des Körpers entfernen, um sich der Medianlinie zu nähern, vermittelt ihr Nervensystem den Uebergang von jenem der übrigen Strudelwürmer zu dem der Ringelwürmer; eine Ansicht, welche auch noch weiter dadurch gestützt wird, dass die zwei Seitennerven oder Bauchstränge der Nemertinen nach den darüber vorhandenen Angaben mit den Gehirnganglien die gleiche histologische Differenzirung theilen ⁴⁾.

1) Frey u. Leuckart, Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere, 1847. — 2) Max Schultze, Ztsch. f. wiss. Zool. 1842, vergl. auch eine Abbildung des *Tetraslemma obscurum* in den *Icom. zool.* von Vict. Carus, 1857. — 3) Keferstein, Unters. üb. niedere Seethiere, Ztsch. f. wiss. Zool. 1862. — 4) Ich glaube an dieser Stelle die Bemerkung einschleichen zu sollen, dass verschiedene Fragen im allgemeineren Sinn, wie z. B. über Deutung des ersten Ganglienpaares als Gehirn, Verhalten des Nervensystems zur äusseren Gestalt und ähnliches bei dem nächsten grösseren Thierkreis, den Arthropoden, ausführlicher zur Sprache kommen wird, und zwar verlege ich solche Erörterungen deshalb dorthin, weil der Typus der Gliedertiere, als dessen Anfänge die Ringelwürmer zu betrachten sein mögen, in den Arthropoden zu weiterer Ausbildung gelangt.

Gehirn und Bauchmark. Die Ringelwürmer haben nun nicht bloss mit den andern, niedriger stehenden Gruppen die seitliche Symmetrie und die gestreckte Körperform gemein, sondern ihr Körper ist in fast gleichwerthige Segmente getheilt; er ist geringelt. Dieser höheren Entwicklung entsprechend, sehen wir denn auch, nicht bloss dass das Gehirn und Bauchmark aller echten Anneliden bleibend einen paarigen Charakter hat, sondern dass auch der Doppelstrang des Bauchmarks sich gliedert, mit andern Worten, von Stelle zu Stelle knotig anschwillt.

Ich habe schon früher an einem andern Orte es besonders herausgehoben, dass bei den echten Anneliden wohl niemals die zwei Längsstränge des Bauchmarks zu einem einzigen zusammengeschmolzen sind, auch wenn sie so dicht zusammenrücken, dass fürs freie Auge der Bauchstrang einfach erscheint. Nicht bloss ältere Zergliederer, wie Cuvier und G. Carus haben hierin gefehlt, indem sie den Bauchstrang des Blutegels, des Regenwurmes für einfach hielten, sondern noch in der jüngsten Zeit erschienen Abbildungen und Beschreibungen, als ob bei diesem oder jenem Ringelwurm die zwei Stränge zusammen geschmolzen seien. Bei einer grössern Anzahl von Würmern aus den Gruppen der Hirudineen und Lumbricinen habe ich mich aber überzeugt, dass das Gedoppeltsein der Längsstränge des Bauchmarks eine durchgreifende Organisation ist. Aus eigner Anschauung kenne ich diesen Bau des Bauchmarkes von den Hirudineen: *Sanguisuga*, *Hæmopis*, *Nephelis*, *Branchiobdella*, *Piscicola*, *Pontobdella*, *Branchellion*, *Clepsine*. Die untersuchten Lumbricinen waren die Gattungen *Lumbricus*, *Lumbriculus*, *Enchytraeus*, *Tubifex*, *Nais*, *Stylaria*, *Chaetogaster*.

Nur die Sternwürmer (*Gephyrea*), worauf ich ebenfalls zuerst aufmerksam gemacht, unterscheiden sich in diesem wesentlichen Punkte von dem Typus der Anneliden: bei ihnen besteht das Bauchmark nicht aus zwei, sondern aus einem einzigen Strang.

Es scheint mir dies in mehrfacher Beziehung beachtenswerth. Die Sternwürmer hat man nämlich früher zu den Strahlthieren, insbesondere zu den Echinodermen gestellt und zwar in die Nähe der Holothurien. Gegenwärtig reiht man sie den Würmern ein, und betrachtet sie als ein Bindeglied zwischen Holothurien und Anneliden. Das Nervensystem fiel immer, wenn es sich um die Bezeichnung der Organisationsstufe, auf der ein Thier steht, handelte, stark ins Gewicht, und so sprach schon das, was man über die Anlage des Nervensystems dieser Thiere, über seine Zusammensetzung aus Schlundring und Bauchmark wusste, entschieden dafür in den Gephyreen Würmer zu erblicken. Meine Erfahrungen über das Nervensystem des *Sipunculus*¹⁾ beleuchten, wie ich glaube, die systematische Stellung dieser Thiere noch schärfer, indem sie zeigen, dass die Gruppe der Sternwürmer zwar den Ringelwürmern im Bau ihres Nervensystems nahe stehen, aber doch durch ihren entschieden einfachen Bauchstrang in einen gewissen Gegensatz zu den wahren Anneliden gebracht werden.

Während auch bei den Kiemenwürmern die zwei Längsstränge des Bauchmarkes häufig sich so nahe gerückt sind, dass an-

1) Sieh. unter den Zusätzen „Sternwürmer“, u. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. I, fig. 9.

scheinend ein einfacher, mehr oder weniger deutlich gegliederter Nervenstrang in der Medianlinie herabläuft, so giebt es Gattungen, bei welchen die beiden Seitenhälften des Bauchmarks soweit auseinander stehen, dass nach der ganzen Länge des Leibes das Bauchmark die Form einer Strickleiter wiederholt. So bei *Serpula*, *Sabella*, *Hermella*; verbunden sind diese beiden Typen miteinander durch die Gattung *Terebella*.

Man darf in diesem Verhalten des Bauchmarks einen niedriger stehenden Rang in der Ausbildung des Nervensystems erblicken, welche Auffassung sich sowohl auf das, was wir bei den Nemertinen, als auch bei den Embryonen der Egel sehen, stützt. Dort rücken die beiden Längsstränge von der Seite nach der Medianlinie; hier bei Embryonen und noch bei ganz jungen Egel sind die beiden Längsstränge verhältnissmässig weiter auseinander, als später, wovon ich mich sowohl an Embryonen von *Nephele*, die aus dem Cocon genommen wurden, als auch bei ganz jungen noch von der Mutter herumgetragenen Clepsinen überzeugt. Indem wir aber diesen Schluss ziehen, müssten wir folgerecht in dem Bauchmark der Gephyreen die höhere Form erblicken, vorausgesetzt, dass der im ausgewachsenen Wurm einfache Strang in früherer Zeit paarig angelegt war, worüber noch keine Beobachtungen vorliegen.

Das Nervensystem der echten Anneliden, um auf diese zunächst zurückzukommen, besteht somit aus dem im Kopfsegment liegenden und den Oesophagus umfassenden Schlundring mit paarigem Charakter, sowie aus dem gangliösen Doppelstrange des Bauchmarkes, das unterhalb des Darmkanales gelegen, längs der Bauchseite des ganzen Körpers bis zu dessen Ende hinabläuft¹⁾. Der Schlundring wird von einer obern und untern gangliösen Portion und den zugehörigen Commissuren gebildet, welche Theile zusammen wir als „Gehirn“ bezeichnen wollen, und verweise nach der Bemerkung von vorhin hinsichtlich der näheren Begründung dieses Ausdruckes auf das, was ich unten bei den Arthropoden hierüber auszusagen habe.

Ein numerisches Abhängigkeitsverhältniss der Ganglienzahl des Bauchmarkes zu den Körperringen, wie es in früherer Zeit (von Gall z. B.) behauptet wurde, ist nicht vorhanden. Da und dort scheint allerdings die Zahl der Ganglien der Anzahl der Körperringe zu entsprechen, noch häufiger aber pflegt die Zahl der Ganglien geringer als die der Leibesringe auszufallen (Hirudineen z. B.); endlich kommt es auch vor, dass die Zahl der Bauchganglien die der Leibesabschnitte übersteigt (*Aphrodite*, *Polynoe*).

Form und Grösse des Gehirns zeigen mancherlei Abänderungen; am massigsten wird das Gehirn bei gewissen frei lebenden Anneliden des Meeres, mit scharf gesondertem Kopfe, ausgebildeten Augen und Tentakeln. So nimmt das Gehirn z. B. bei *Nereis*, *Eunice*, *Phyllodoce* einen ganz erheblichen Umfang an.

Eine besondere Eigenschaft des Gehirns, in welcher die Familie

1) S. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. I, fg. 4, fg. 5.

der Hirudineen und die der Lumbricinen, sowie der Branchiaten auseinandergehen, ist die, dass das Gehirn bei den Hirudineen einen folliculären Habitus hat, während es bei den zwei andern genannten Abtheilungen gleichmässig glatt erscheint. Alle vorhin aufgezählten Egelgattungen, deren Bau mir aus eigener Anschauung bekannt ist, haben demnach miteinander gemeinsam, dass die Nervenzellen oder Ganglienkugeln, welche hauptsächlich die Anschwellungen des Gehirns (und Bauchmarks) bewirken, in besondere Paquets zusammengefasst erscheinen. Denkt man sich das Gehirn als schlingenförmige Vereinigung der zwei Bauchstränge oberhalb des Schlundes, so sitzen ferner die mit Ganglienzellen erfüllten Kapseln oder Follikel den einzelnen Gegenden der Nervenkopfschlinge nach den verschiedenen Gattungen und selbst Arten in vielerlei Weise an und verleihen dadurch dem Gehirn ein typisch wechselndes Aussehen¹⁾.

Wir finden, dass die Follikel sich entweder von der Seite her weit gegen die Mittellinie herauf erstrecken und somit wirklich dorsal stehen (*Sanguisuga*, *Haemopsis*); oder sie bleiben mehr seitwärts, also tiefer, und dann hat es den Anschein, wie wenn die obere Portion des Schlundringes nur aus der faserigen Nervenschlinge bestände, was z. B. der Fall ist bei *Clepsine*, *Piscicola*.

Ein allgemeiner Charakter im Lagerungsverhältniss ist weiterhin, dass die Follikel immer der Nervenschlinge an der nach aussen gewendeten Fläche ansitzen. An der unteren Hirnportion ordnen sich die Follikel zu mehren, gewöhnlich zu vier Längsreihen, wovon zwei in der Mitte, die andern seitlich sich gruppieren (*Nephelis*, *Clepsine* z. B.); die ersteren gehören ausschliesslich der Ventralseite des Ganglions an, die zwei andern ragen mehr oder weniger von unten und seitwärts herauf zur Dorsalfläche. Ueber die besondere Form der Kapseln der Ganglienzellen wird weiter unten die Rede sein.

Das Gehirn der einheimischen Lumbricinen ist nie von folliculärer Art und die bildlichen Darstellungen Quatrefages' über die Branchiaten lassen annehmen, dass diese Gruppe hierin mit den Lumbricinen übereinstimmt. An den von mir untersuchten und schon oben genannten Würmern erscheint die obere Portion des Schlundringes als eine glattrandige, höchstens schwach höckerige Anschwellung, fast immer die bilaterale Symmetrie wiederholend, mit vorderer und hinterer Einkerbung. Die gangliöse Substanz ist an der oberen Schlundringportion ebenfalls dorsal angehäuft; an der unteren Portion liegt die Masse der Ganglienkugeln immer an der ventralen Seite des Bauchstranges und greift nur etwas von den Seiten herauf.

Den Untersuchungen Faivre's verdanken wir die Kenntniss, dass beim Blutegel das Bauchmark nicht bloss aus zwei Längsträngen

¹⁾ S. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. II, fg. 1, fg. 2, fg. 5, fg. 6; Taf. III, fg. 4, fg. 5. — 2) a. a. O. Taf. III, fg. 6, fg. 7; Taf. IV, fg. 2, fg. 3, fg. 4, fg. 5, fg. 6, fg. 7, fg. 8.

besteht, sondern dass zwischen beiden ein dritter, wenn gleich schwacher Längsstrang in ebenso scharfer Sonderung, wie bei beiden Begleiter herablaufe. Es ist wahrscheinlich, dass dieser von dem Entdecker als intermediärer Nerv bezeichnete Strang allen Hirndineen eigen ist. Ich kann denselben wenigstens nicht bloss für *Sanguisuga medicinalis* und *Haemopsis* bestätigen, sondern kenne ihn auch bei *Nephele vulgaris*, *Piscicola respirans*, *Pontobdella muricata* nicht minder sehe ich ihn als ganz feinen Faden zwischen den zwei Hauptsträngen bei *Branchiobdella* ¹⁾.

An allen habe ich mich überzeugt, dass er gleich von der untern Portion des Schlundringes beginnt und so von Ganglion zu Ganglion zieht. Am rein medianen Gebilde wurzelt er in einer der Querbrücken, welche in der untern Schlundportion die Längsstränge verbinden, und nimmt auch in den übrigen Bauchknoten immer seine Richtung auf die Stellen zu, an denen die zwei Längszüge zusammenfliessen. Hier und da steht, was schon Faivre abgebildet hat, dieser intermediäre Strang während seines Verlaufes zwischen den zwei Hauptsträngen, mit dem einen oder dem andern durch einen kurzen Querbalken in Verbindung; doch möchte zu bemerken sein, dass solche verknüpfende Querbalken im Ganzen selten und immer nur einseitig sind (*Sanguisuga medicinalis*). Gute senkrechte Schnitte durch die untere Leibesregion des Blutegels belehren uns auch, dass der intermediäre Strang innerhalb des gemeinsamen Neurilemms tiefer liegt, als die beiden Hauptstränge, also mehr der Bauchseite angehört. Der Strang entspricht ohne Zweifel dem unpaaren, zwischen zwei Ganglien verlaufenden Stamme, welchen Newport bei Insecten entdeckte und der sich auch bei zahlreichen andern Arthropoden vorfindet.

Bei Lumbricinen konnte ich früher keine Spur dieses intermediären Nerven sehen, möchte aber neuerdings in höchst merkwürdigen medianen Nervenzügen, die später zu besprechen sind, das Analogon des intermediären Nerven der Hirudineen erblicken. (Sich. S. 154.)

Eine seltene Ausnahme ist es, dass die obere Gehirnportion keinen paarigen Charakter hat. Mir ist aus eigener Erfahrung bisher eigentlich nur *Enchytraeus galba* bekannt, wo das Gehirn eine der Mittellinie liegende rein ovale Anschwellung bildet, ohne alle Spur einer Theilungsfurche ²⁾.

An der untern Gehirnportion scheint auf den ersten Blick eine völlige Verschmelzung der paarigen Hälften stattgefunden zu haben, allein näheres Zusehen weist nach, dass dieses keineswegs der Fall ist.

Man setze zu diesem Zwecke den genannten Theil vom gemeinen Blutegel (*Sanguisuga medicinalis*) einem schwachen Drucke aus, nachdem man ihn isolirt und dabei zuvor gesorgt hat, dass das Ganglion seine Rückenseite dem Beschauer zukehrt. Es zeigt sich jetzt, dass die von der oberen Portion herabgekommenen zwei Faserzüge oder Commissuren zwar an Anschwellungen und ziemlich nahe beisammen liegen, aber keineswegs mit einander verschmelzen; im Gegentheil, man findet jetzt, dass die beide

1) S. m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. I, fig. 7, E; Taf. II, fig. 1, m; fig. 3, f; fig. 4, e, fig. 6, b Taf. III, fig. 4, b, fig. 5. — 2) a. a. O. Taf. IV, fig. 3, fig. 4.

Längszüge sich nur durch eine Anzahl kurzer Querbrücken verbinden, so dass zwischen je zwei Brücken ein querovaler Raum übrig bleibt, durch welchen einige Muskeln hindurchtreten ¹⁾. Solcher Zwischenräume zähle ich vier. Dasselbe sehe ich bei andern Hirudineen, und nicht minder bewahren bei den Lumbricinen innerhalb der untern Hirnportion die zwei Längsstränge ihre Selbständigkeit. An *Lumbricus agricola* z. B. sah ich mit Sicherheit, dass an genannter Stelle keineswegs eine völlige Zusammenschmelzung der den Schlund umfassenden Commissuren statt hat, sondern dass ebenfalls in der Medianlinie der untern Hirnportion eine Anzahl hintereinander liegender Lücken oder Zwischenräume existirt und demnach wieder nur durch Substanzbrücken eine Verbindung der zwei Längsstränge hergestellt wird. Sehr belehrend ist auch im Hinblick auf den hier in Anregung gebrachten Gegenstand der einheimische *Chaetogaster diaphanus*, worüber man, sowie näheres über *Lumbricus* unten die «zootomischen Zusätze» nachsehen möge.

Zu den Theilen des Gehirns gehören auch die Commissuren, welche die obere und untere Portion miteinander verbinden. Auch hier fällt mir eine Bildung auf, die von Niemanden bisher bemerkt wurde.

Ich beobachte nämlich sowohl bei *Lumbricus agricola* als auch bei *Chaetogaster diaphanus* an der einzelnen Commissur Spuren einer gewissen Duplizität. Um sie beim Regenwurm zu erkennen, ist es nöthig, die Commissuren von der Seite her ansehen zu können. Man gewahrt dann eine Art Längsspalte, welche die Commissur von der oberen bis zur unteren Hirnportion innerhalb des gemeinsamen Neurilemms in zwei Hälften theilt. An *Chaetogaster* vermag man diese Doppelbildung noch leichter zur Ansicht zu bringen dadurch, dass man mit Vorsicht ein dünnes Deckglas auf das Thier wirken lässt. Ich glaubte früher nicht zu irren, wenn ich in dieser Organisation den Vorläufer eines wirklichen Gedoppeltseins erblicke, wie solches bei manchen Mollusken (Helicineen z. B.) eintritt, möchte jetzt aber, wovon später, die Erscheinung anders fassen.

Aus den ebenso geschmackvollen wie lehrreichen Darstellungen Quatrefages' über das Nervensystem der Kiemenwürmer geht hervor, dass die obere Portion des Gehirns weitaus zwei symmetrische Anschwellungen zeigt und in ebenfalls nur sehr seltenen Fällen jede Theilungslinie verschwunden ist, so dass es wie bei *Arenicola* als einfache Anschwellung erscheint. Ebenso selten ist es, dass es aus mehr als zwei Ganglienanschwellungen besteht (*Nephtys*, *Sabella*). Die Hirncommissuren in der grössten Mehrzahl der Fälle einfach, z. B. bei *Aphrodite*, *Lysidice*, *Nephtys*, *Phyllodoce*, *Serpula*, zeigen bei den Nereiden eine gewisse Duplizität, insofern jederseits die Commissur aus zwei in gemeinsamer Scheide liegenden Partien besteht.

Was die Abschnitte des Bauchmarkes betrifft, insoweit nicht schon davon die Rede war, so bieten die Ganglien desselben bei den Hirudineen nach den Gattungen kleinere oder grössere Verschiedenheiten im Habitus dar, sind aber dann unter sich bei einem und demselben Thier so ziemlich von einerlei Grösse und Form; nur

¹⁾ Tafeln z. vergl. Anat. z. B. Taf. II, fig. 1, C; fig. 5, fig. 6. Taf. III, fig. 4, fig. 5.

das letzte oder Analganglion übertrifft allgemein die übrigen durch seinen dem Gehirn oft wenig oder gar nicht nachstehenden Umfang entwickelt auch öfters eine eigenthümliche Gestalt, ist z. B. so länglich bei *Clepsine*, fingerförmig gelappt bei *Branchellion*. Die Zahl der Knoten, immer geringer als die der Leibesringe, beträgt Allgemeinen gegen zwanzig, bei der kleinen *Branchiobdella* nur halbsoviel.

Die Abstände, in denen sich die Ganglien folgen, sind so verschieden, doch pflegen häufig das oder die ersten Paare des Schlundring sehr nahe zu folgen, sowie andererseits gegen das Analganglion zu die Knoten näher zusammenrücken. Zwischen dem letzten und vorletzten Ganglion insbesondere sind die Commissuren (*Haemopsis* z. B.) sehr kurz.

Es wurde oben hervorgehoben, dass in der untern Hirnportion schon eine völlige Verschmelzung der paarigen Hälften stattgefunden zu haben scheint, dies keineswegs der Fall sei, vielmehr die durchsetzenden und anschwellenden Längsstränge auch nicht einm hier ihre Selbständigkeit aufgegeben haben. Ganz das Gleiche gilt auch von den Ganglien des Bauchmarks. Bei allen genannten Hirudineen erblickt man bei Betrachtung der dorsalen Seite der Bauchganglien eine Lücke, durch welche zwei Muskelcylinder aufsteigen auch in den Bauchknoten nämlich verschmelzen nur an zwei Stellen die verdickten Längsstränge und lassen dadurch in der Mitte einen kleinen Raum frei, der den Muskeln zum Wege dient.

Auch den folliculären Habitus, auf den oben bezüglich des Gehirns der Hirudineen hingewiesen wurde, treffen wir wieder in den Ganglien des Bauchmarkes ¹⁾.

Hier sehen wir, und zwar abermals in Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der untern Hirnportion, an der Bauchseite der Knoten jederseits ein paar grosse Follikel, die verschieden nach den Arten bald mehr bald weniger von der Seite herauf bis zur Rückenfläche sich erstrecken können. Am Schwanzganglion endlich, das entsprechend dem hintern nervenreichen Saignapf sich, wie schon bemerkt, zu ähnlicher Grösse erhebt, wie das Kopfganglion ist die Zahl der mit Ganglienzellen erfüllten Kapseln wieder sehr vermehrt und sie gruppieren sich zu paarigen und unpaarigen Reihen.

Der Habitus des Bauchstranges der Lumbricinen ist ein wesentlich anderer. Wohl im Zusammenhang mit der Körpergestalt steht es, wenn hier (ich sehe es so bei *Lumbricus agricola* und *Lumbriculus variegatus*) im Gegensatz zu den Hirudineen das letzte unmittelbar vor der Afteröffnung liegende Ganglion kleiner ist als die übrigen. Sonst sind auch bei den beiden genannten Arten die Ganglien nach dem Ende des Bauchmarkes zu viel näher zusammengedrückt und treten dadurch um vieles schärfer kuglig hervor, wo

1) Tafeln z. vergl. Anat. Taf. II, fg. 3, fg. 5, fg. 6, B.

durch es kommt, dass bei *Lumbricus agricola* die aus den fünfzehn letzten Ganglien bestehende Partie schon fürs freie Auge eine deutlich perlchnurartige Form gewinnt.

Der übrige Bauchstrang zeigt bei den Lumbricinen ¹⁾ im engeren Sinn (*Lumbricus*, *Lumbriculus*) dieses Aussehen weniger, da hier die gangliösen Anschwellungen allmählig ineinander übergehen, weshalb auch ältere Beobachter, Cuvier und Carus, eigentliche Knoten in Abrede stellten. Genauer genommen ist das Verhältniss aber so, dass der gangliöse Beleg, der sich continuirlich längs der ganzen unteren Fläche des Bauchmarks erstreckt, bei *Lumbricus* stellenweise zu Knoten sich anhäuft, während bei den Naiden (*Nais*, *Stylaria*, *Chaetogaster*) die Gangliensubstanz sich schärfer zu einzelnen Gruppen absetzt ²⁾, wodurch distinctere Knoten des Bauchmarks entstehen. Doch kommt es wohl bei keiner Gattung der Lumbricinen zur Bildung so scharf abgeschnürter Bauchknoten, wie bei den Hirudineen, da den ersteren eben die folliculäre Zusammenfassung der Ganglienkörper, so auszeichnend für die Hirudineen, fehlt.

Die Lumbricinen und Kiemenwürmer haben eine geräumige Leibeshöhle und das Bauchmark liegt innerhalb derselben. Unter den Hirudineen hat meiner Beobachtung zufolge nur *Branchiobdella* eine eigentliche Leibeshöhle, in der denn auch wie bei den andern genannten Anneliden der Nervenstrang sich befindet. Anders verhalten sich alle übrigen von mir untersuchten Egel, indem denselben eine Leibeshöhle mangelt und jetzt das Bauchmark von einem grossen, an der Bauchseite liegenden Blutgefässe umschlossen wird, also innerhalb eines Bauchgefässes verläuft ³⁾.

Solches ist nicht bloss der Fall z. B. bei *Nepheleis*, *Clepsine*, *Piscicola*, *Pontobdella*, sondern auch bei *Sanguisuga* und *Haemopsis*, bei welchen die längst bekannte schwarzbraune Umhüllung des Nervenstranges das umschliessende Gefäss ist. Auch das Gehirn liegt innerhalb dieses Gefässraumes. Die vom Gehirn und den Bauchganglien abgehenden Nerven durchbohren das Blutgefäss und ich sah bei *Sanguisuga* mehrmals, wie an dieser Stelle der austretende Nerv ringförmig umstrickt war. Man darf diesen Blutraum als den Rest einer Leibeshöhle oder als die zum Blutgefäss umgewandelte Leibeshöhle ansehen. (Näheres in den «Zusätzen»; vergl. auch S. 106, S. 149.)

Peripherisches Nervensystem. Ein Blick auf den Ursprung der peripherischen Nerven zeigt, dass bei den Hirudineen aus dem Gehirn und dem Schwanzganglion die meisten Nerven hervorgehen; doch ist es zum Theil schwierig, die Zahl für jede Art genau festzusetzen und die Angaben der Beobachter stimmen daher nicht immer überein. Aus dem Gehirn, obere und untere Portion zusammen genommen, scheinen als höchste Zahl acht Nervenpaare zu entspringen. Sie verzweigen sich an die Augen und die von mir entdeckten becherförmigen Organe, sowie ferner an die Muskeln und Haut der Kopfscheibe und Lippen. Die Zahl der aus dem Schwanzknoten kommenden Nerven beträgt fünf bis sieben Paar; sie vertheilen sich in die Fussescheibe.

¹⁾ Taf. z. vergl. Anat. z. B. Taf. IV, fig. 6, fig. 7, fig. 8. — ²⁾ a. a. O. Taf. III, fig. 6, fig. 7; Taf. IV, fig. 5. — ³⁾ a. a. O. Taf. I, fig. 6, 0, fig. 7, B, fig. 8, A; Taf. II, fig. 1, a, fig. 2, c, fig. 4, B.

Leydig, Bau des thierischen Körpers.

Die Zahl der bei den Hirudineen aus den Bauchknoten kommenden Nerven ist eine ziemlich constante, indem von jedem Ganglion jederseits zwei Stämme ihren Ursprung nehmen, die unter weiterer Verästigung namentlich in die Musculatur des Stammes ausstrahlen; das vorletzte Ganglion bei *Sanguisuga medicinalis* entsendet was schon ältere Beobachter richtig angeben, und auch für *Haemopis* gilt, nur Einen Nerven jederseits.

Wenn aber mehrere Autoren (Audouin, Fr. Müller, Blanchard) bezüglich der Gattung *Clepsine* behaupten, dass hier von allen Bauchknoten jederseits nur Ein Nerv entspringe, so muss ich dieses bestreiten, indem ich bei *Clepsine bioculata* deutlich immer zwei Stämme jederseits unterscheiden kann. Auch bei der zarten *Branchiobdella parasita* habe ich mich von der Zweizahl überzeugt.

Aber ganz besonders möchte ich hervorheben, dass die zwei Nerven eines Paares der Bauchganglien übereinander nicht nebeneinander entspringen; also in einen dorsalen oder oberen und ventralen oder unteren Nerv zerfallen. Sie decken sich desshalb an ihrer Wurzel eine Strecke weit und dies kann auch den Anschein geben, als ob nur Ein Stamm jederseits vorhanden wäre. Die weitere Vertheilung dieser Nerven ist, wie sich erwarten lässt, in den einzelnen Ganglien mancherlei Abänderungen unterworfen. In der Mehrzahl theilt sich sowohl der obere wie untere Stamm bald gabelig und die Aeste lösen sich in viele Zweige auf. Der eine Stamm wendet sich gegen die Musculatur der Bauchseite; der andere vertheilt sich gegen die Rückenfläche. Auf dem grossen Rückenblutgefäss verbreitet sich, was hier gleich bemerkt sein mag, verhältnissmässig sehr zahlreiche Nerven, die dem spinalen System angehören, ohne Ganglien sind, aber eine neurilemmatische Scheide haben. Vom dritten Ganglion an besitzt der untere (oder vordere) Nervenstamm seiner Gabelung eine gangliöse Einlagerung. Der einzige Nervenstamm, welcher von dem vorletzten Ganglion jederseits kommt, zerfällt ebenfalls bald nach seinem Ursprung in zwei grosse etwas weit auseinanderstehende Ganglienkugeln. Alle diese Angaben beziehen sich zunächst auf *Sanguisuga* und *Haemopis*.

Aus den Längscommissuren des Bauchmarks scheinen bei den Hirudineen niemals Nerven abzutreten.

Was die Lumbricinen betrifft, so sehe ich bei *Lumbricus*¹⁾ vom Gehirn jederseits vier Stämme entspringen. Der vorderste kommt vom Seitenrand der oberen Hirnportion, ehe die Commissuren abbiegen und ist für die gewöhnliche Präparation so deutlich, dass schon sehr frühe Zergliederer des Regenwurmes, wie Leo und Roth, diesen Nerven bereits darstellten. Doch bemerkten sie nicht, dass er sich hart über der Wurzel in zwei gleich dicke Stämme theilt, die dann zusammen zu der rüsselartig vortretenden Oberlippe

1) Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. IV, fg. 7, fg. 8.

gehen, um dort unmittelbar unter der Haut und zwar an dem unpigmentirten Ende mit einer Art Endgeflecht aufzuhören. Die drei andern Nerven nehmen ihren Ursprung aus der unter dem Schlunde liegenden Hirnportion; der mittlere derselben ist der stärkste, entspringt mit mehreren Wurzeln und nimmt, sowie der vor ihm abgehende schwächere Nerv, seine Richtung zur Unterlippe, um hier nach vielfacher Verzweigung zu enden. Der hinterste oder vierte Nerv tritt zur Seitenmusculatur der Kopfringe. Ueber andere einheimische Gattungen, deren Kopfnerven ich näher untersucht, wie z. B. von *Chaetogaster* ¹⁾, folgen die Einzelheiten unten.

Aus den Ganglien des Bauchmarkes kommen bei *Lumbricus* jederseits immer zwei Nerven, die, einander ziemlich parallel, nach aussen gehen und dabei ihre Richtung nach den Borstenreihen nehmen, in deren Nähe sie zwischen den Muskelzügen verschwinden, nachdem zuvor der hintere Stamm einen bogenförmigen Zweig rückwärts abgegeben hat. Zwischen je zwei Ganglien entsendet der Bauchstrang rechts und links einen Nerven in die Querscheidewände der Leibeshöhle.

Bei den Kiemenwürmern sind im Allgemeinen die vom Gehirn kommenden Nerven zahlreich, besonders da, wo das Kopfe durch die Anwesenheit von Fühlern und Augen eine höhere Ausbildung an den Tag legt. (Näheres in den „Zusätzen“.)

Inwiefern Aeste und Zweige von den Stammnerven des Kopfes und des Bauchmarks bei verschiedenen Anneliden da und dort peripherische kleine Ganglien entwickeln können, soll bei Besprechung des feineren Baues erörtert werden. Hier sei nur erwähnt, dass sie am längsten von den Seitennerven der Amphinomiden bekannt sind, wo sie noch untereinander durch Längsstämmchen verbunden erscheinen. Auch auf ähnliche grosse Seitenganglien ist man bei *Pontobdella* und *Branchellion* bald aufmerksam geworden.

Es deutet schon auf eine höhere Stufe in der Entwicklung des Nervensystems hin, dass bei manchen Ringelwürmern innerhalb des peripherischen Nervensystems besonders geartete Eingeweidenerven oder sympathische Nerven zu unterscheiden sind und es möchte in dieser Beziehung bis jetzt der gewöhnliche Blutegel am genauesten gekannt sein. Zwar bin ich nicht der Ansicht, dass die bei diesem Thier von Brandt entdeckten vorn im Kopf, hinter den Kiefern liegenden drei Knötchen sammt den davon weggehenden Nerven ²⁾ dem Sympathicus zu vergleichen sind, sondern möchte dieselben entgegen der bisherigen Auffassung als Anschwellungen von Hirnnerven ansehen. (Sieh. S. 160.)

Für diese morphologische Deutung lässt sich anführen, einmal dass die aus den Ganglien kommenden Nerven sich in die Kiefer und Mundtheile,

¹⁾ Tafeln z. vergl. Anat. Taf. III, fig. 6, fig. 7. — ²⁾ Ueber Form und Lage bei *Buguisuga* u. *Haemaphys* näheres unten.

sowie in den Schlundkopf verästigen, keineswegs aber auf den Magendarm übergehen. Ferner stimmt zweitens der histologische Bau der Ganglien und deren Nerven mit den Anschwellungen des Gehirns und markes und ihrer peripherischen Nerven überein, während drittens — diesen Punkt möchte ich besonderer Beachtung unterbreiten — in *Sang* und *Haemopsis* sich ein besonderer Nerv des Magendarms findet, der nur nach seiner Structur in ähnlicher Weise von den Kopfganglien und Nervengeflechten abweicht, wie wir es vom Sympathicus der Wirbelkennen, sondern auch eine gewisse Selbständigkeit zu besitzen scheinen vergleiche daher, ohne im Augenblick auf das histologische einzugehen gedachten Kopfganglien ¹⁾ und ihre Nerven den Cerebralnerven und dem Vagus der Wirbelthiere, in welcher Auffassung ich noch besonders durch das bestätigt werde, was ich bei den Gattungen *Nephele* und *P* hierüber beobachten konnte ²⁾).

Als den eigentlichen sympathischen Nerv der Hirudineen sei ich den ebenfalls von Brandt entdeckten unpaaren Magendarmnerven an. Derselbe läuft, wie ich sehe, über und dem Bauchmark herab, wobei er nach rechts und links an die austülpenden Magentaschen Aeste abschickt; dann auch die langen Blindsäcke des Magens, sowie den zwischen ihnen sich ziehenden eigentlichen Darm bis ans Ende mit zahlreichen Nerven ausbreitungen versorgt ³⁾. Ich werde in ausführlicherer Weise diesen Nerven zurückkommen. (Sieh. S. 160.)

Bei den Lumbricinen hat es den Anschein, als ob der bezeichnete sympathische Nerv vollständig mangle. Ich möchte wenigstens ausdrücklich hervorheben, dass ich beim Regenwurm aller Aufmerksamkeit mit Ausnahme der gleich zu erwähnenden Pharyngealgeflechte am übrigen Nahrungskanal keine Spur von Nerven angetroffen habe.

Hingegen ist entsprechend den Kopfganglien der Hirudineen *Lumbricus* ein längliches Ganglion jederseits vorhanden, das innen und vorne, längs den Hirncommissuren herabzieht und einem dichten Nervengeflecht im Rüsseltheile des Pharynx sich breitet ⁴⁾.

Bei *Chaetogaster*, wo durch Zusammenstossen der seitlichen Elementargangliöser Bogen auf der Rückenwand des Schlundkopfes entsteht ⁵⁾ dieses sog. Eingeweidennervensystem am leichtesten zu beobachten.

Auch bei den Branchiaten, wie wir durch Quatrefas belehrt sind, giebt es zahlreiche Knoten und Nervengeflechte, welche den Rüssel und den Anfangstheil des Schlundes versorgen und im mit der oberen Portion des Gehirns oder den Commissuren der Fäden in Verbindung stehen und bei vielen Gattungen eine beträchtliche Entwicklung zeigen, z. B. bei den Nereiden. Doch auch erstrecken sich die Nerven nicht über den Schlund hinaus und so

1) Tafeln z. vergleich. Anat. Taf. I, fg. 4, Taf. II, fg. 2, h, i; fg. 5, f. — 2) a. a. O. Taf. fg. 4, c; fg. 5, c. — 3) a. a. O. Taf. I, fg. 4, f. — 4) a. a. O. Taf. IV, fg. 7, a; fg. 8, 5) a. a. O. Taf. III, fg. 6, g; fg. 7, e.

ist auch bei dieser grossen Gruppe von Würmern ein Analogon des bei den Hirudineen den übrigen Theil des Nahrungsschlauches versorgenden eigentlichen Darmnerven noch nicht nachgewiesen.

Histologisches im Allgemeinen. Das Nervensystem auf seinen feineren Bau besehen zeigt sich zusammengesetzt aus stützendem Gewebe oder Binde substanz und den eigentlich nervösen Elementen.

Neurilemm. Die Autoren unterschieden bei den grösseren Egeln, der Gattung *Sanguisuga* und *Haemopsis*, bisher ein äusseres und ein inneres Neurilemm.

Dieses sog. äussere Neurilemm (*Dura mater*, Spix), locker den Nervenstrang umhüllend, ist, wie oben (S. 145) bereits ausgesagt wurde, das Bauchgefäss¹⁾, welches das Bauchmark einschliesst und dem am frischen Thier blossgelegten Nervenstrange das bräunliche, dickliche Ansehen verleiht; auch leichter oder schwerer von ihm abgestreift werden kann. Die bräunliche Farbe rührt her von verästigten Pigmenteinlagerungen. Diese Pigmentfiguren nehmen an Thieren, welche einige Tage in Essigsäure lagen, ein so eigenthümliches Aussehen an, dass man in Zweifel geräth, ob es nicht Blutgefässnetze seien. Sie sind aufgequollen, haben eine durchaus scharfe Abgrenzung und bilden so zierliche Netze, dass man fortwährend an Blutcapillaren erinnert wird. Auch haben unter bezeichneten Umständen die im übrigen Körper verbreiteten verästigten Pigmentfiguren dasselbe netzförmige und gefässartige Ansehen, wie jene den Nervenstrang umspinnenden. Und doch kann ich sie nicht für Gefässe halten, da auf Querschnitten kein Lumen in ihnen sichtbar wird, sie vielmehr auch dann solid aussehen. Nach meiner Meinung bleiben es verästigte, pigmenthaltige, unter einander zusammenhängende Bindegewebszellen. Bei *Haemopsis* sind diese braunen Pigmenteinlagerungen im vordern Körperabschnitt schwächer, so dass die eingeschlossenen Ganglien und Commissuren des Bauchstranges am frisch geöffneten Thier in dieser Leibesgegend sich deutlicher darstellen; während jenseits der Genitalien die Pigmentmasse zunimmt und daher von jetzt an auch das Bauchmark durch sein bräunliches dickliches Wesen etwas unkenntlich wird.

Das «äussere Neurilemm» oder Blutgefäss hat nach innen eine scharfe, glatte Grenzlinie, ohne dass sich Balken von ihm zum eigentlichen oder inneren Neurilemm herüberspannten, was denn auch zum Theil der Grund ist, warum der Nervenstrang so leicht, wie Andere sich ausgedrückt haben, «von der äusseren braunen Hülle gereinigt» werden kann. Ein die Lichtung auskleidendes Epithel fehlt. An Querschnitten sieht man in der Wand des Bauchgefässes zerstreute Längsmuskeln; nach aussen hängt es mit der Binde substanz des Körpers continuirlich zusammen.

Fasst man das Gewebe des eigentlichen oder inneren Neurilemms (*Pia mater* der Autoren) ins Auge, so finden wir, dass es bei den genannten Egeln aus einer derben Binde substanz besteht, vom Habitus einer Cuticula²⁾. In ihr sieht man schmale, beiderseits sich verjüngende Streifen oder Spältchen, in denen ein Kern durch Essigsäure meist noch nachweisbar ist; häufiger liegt in dem engen Raum eine Reihe kleiner Fettpunktchen³⁾. An Thieren, die einige

¹⁾ Tafeln z. Vergleich. Anat. z. B. Taf. I, fig. 7, A. — ²⁾ Vergl. oben S. 45. — ³⁾ a. a. O. Taf. II, fig. 5, c.

Zeit in Essigsäure aufbewahrt wurden, erscheinen die Spalträum in scharfe Längsstriche, von der Tracht elastischer Fasern, ausgezogen.

In diesem Neurilemm findet sich eine besondere Musculatur¹

Vor bald zwanzig Jahren gab Mandl der Pariser Akademie von ein merkwürdigen Beobachtung Nachricht, die er am Bauchstrang des Blutegels gemacht hatte. Ein Stück des Nervenstranges, aus dem lebenden Thiere genommen und aus seiner braunen Hülle herausgeschält, zeigte deutlich vitale Contractionen, die durchaus den von Muskeln bewirkten Zusammenziehungen ähnlich waren. Indessen konnte keine Spur von Muskeln in dem Nerven nachgewiesen werden und es blieb so, da über die Richtigkeit der ganzen Erscheinung kein Zweifel bestand, nichts übrig, als eine wirkliche Contraction der Nervensubstanz anzunehmen. Mir waren vor Jahren schon diese Bewegungen ebenfalls aufgefallen und ich glaubte bei *Piscicola* «Muskeln zwischen innerer und äusserer Nervenscheide gesehen zu haben. Später nach wieder aufgenommenen Untersuchung vermochte ich mich hierüber ganz bestimmt zu äussern, da ich mich zunächst an einen Querschnitt des Blutegels, dann aber auch ebenso deutlich am isolirten, vom Blutgefäss befreiten Nervenstrang vergewissert hatte, dass in dem eigentlichen (oder inneren) Neurilemm, wenn man das umhüllende Blutgefäss als äusseres Neurilemm bezeichnen wollte), bei *Sanguisuga* und *Haemopsis* Muskeln und zwar Längsmuskeln verlaufen.

Die Muskelcylinder gehören zu den schmalen, indem sie hinsichtlich ihres Dickendurchmessers im Allgemeinen den Cylindern der Stammmusculatur nachstehen; sie bilden ferner keine zusammenhängende Lage, sondern ziehen in Abständen, und ich habe an einer Stelle des querdurchschnittenen Bauchmarks etwa ein Dutzend solcher Muskelcylinder gezählt und dabei bemerkt, dass sie ziemlich unmittelbar den Nervenbündeln aufliegen. Nicht bloss im Neurilemm des centralen Bauchstranges und der Hirncommissuren sind Muskeln vorhanden, sondern auch noch im Neurilemm der Seitennerven, wenigstens bevor sie sich theilen²). Wie weit sie sich von hier peripherisch erstrecken, habe ich nicht verfolgt.

Es ist selbstverständlich, dass mit dem Nachweis solcher contractilen Elemente im Neurilemm die Bewegungen des aus dem frischen Blutegel herausgenommenen Bauchstranges erklärt sind; man hat nicht mehr nöthig, der nervösen Substanz selber die Contractilitätserscheinungen zuzuschreiben. Inwieweit ich auch noch bei andern Egelarten eine entsprechende Organisation wahrgenommen habe, darüber geben unten die Anmerkungen weitere Auskunft.

Hat man sich mit der Musculatur am Bauchmark der Egel vertraut gemacht, so wird man sie noch leichter beim Regenwurm zu Gesicht bekommen; denn hier erreicht dieselbe einen viel höheren Grad der Entwicklung³).

Schon an frischen Stücken des Bauchmarkes von *Lumbricus agricoli* lassen sich die Längsmuskeln des Neurilemms erkennen, aber noch besser

1) Tafeln s. vergl. Anat. Taf. I, fg. 7, C, f; Taf. II, fg. 4, C, d. — 2) a. a. O. Taf. fg. 3, b, C. — 3) a. a. O. Taf. III, fg. 8, f; Taf. IV, fg. 7, b; fg. 8, d, d', i; Taf. V, fg. 1, k

zum Stadium sind abermals mit Essigsäure behandelte Querschnitte von Thieren, die in Alkohol erhärtet wurden. Solche Präparate thun dar, dass sowohl an der oberen, wie unteren Seite des Bauchmarkes, zwischen dem äusseren mehr lockeren, zelligen Neurilemm und dem inneren derberen, anscheinend mehr homogenen, eine dicke Längsmusculatur herabzieht, deren Elemente wieder zu einzelnen Bündeln abgegrenzt erscheinen. Was die Verbreitung betrifft, so habe ich die Muskeln an der über dem Schlunde liegenden Hirnportion, sowie an den Commissuren vermisst; sie beginnen erst an der untern Hirnportion, erstrecken sich nach der ganzen Länge des Bauchmarkes bis ans hintere Ende, wo die Bündel, wenn auch bedeutend dünner geworden, doch noch vorhanden sich zeigen.

Die Bedeutung dieser Musculatur scheint darin zu liegen, dass mit ihr das Bauchmark die Fähigkeit gewinnt, bei den manchfachen und unter Umständen sehr heftigen Krümmungen der Würmer sich diesen Bewegungen anzupassen, ohne dadurch einem Druck ausgesetzt zu sein. Untersucht man wenigstens durchsichtige unverletzte Lumbricinen, wie z. B. den *Chaetogaster diaphanus*, so wird das Bauchmark bei den Contractionen des Thieres nicht einfach oder passiv zusammengeknickt, sondern man sieht, dass es sich selbständig zusammenzieht.

Unter den Sternwürmern habe ich auch bei *Sipunculus nudus* am Bauchmarke deutliche Züge von Längsmuskeln angetroffen.

Um auf die Structur des Neurilemms der Lumbricinen zurückzukommen, so wurde bereits nebenbei gesagt, dass es sich bei *Lumbricus* wirklich in ein äusseres und inneres scheidet. Ersteres hat den Charakter eines lockeren, zelligen Bindegewebes; das innere ist um vieles derber, und was seine anscheinend homogene Natur betrifft, so wird dies nach Reagentien dahin berichtet, dass auch in ihm längliche, spaltförmige, Kügelchen enthaltende Räume (Bindegewebskörper), zugegen sind.

Das äussere lockere Neurilemm ist ausschliesslich der Träger der Blutgefässe¹⁾, welche dem Gehirn und Bauchmark der grossen Lumbricinen zukommen. Bei *Lumbricus agricola* erkennt man als die Hauptblutbahn ein Längsgefäss, das an der Bauchseite des Nervenstranges verläuft; aus diesem medianen Längsgefäss treten von Stelle zu Stelle Queräste ab, die dann durch Zusammenfliessen und indem sie ebenfalls die Längsrichtung wieder annehmen, seitliche, um vieles schwächere Längsgefässe bilden. Aus diesen geht namentlich die capillare Verzweigung hervor, welche mir insofern einen besondern Charakter darzubieten scheint, als nicht eigentlich ein capillares Netz zuwege kommt, ich vielmehr überall zu sehen glaube, dass es sich nur um einfache oder vervielfältigte Schlingenbildung handelt; etwa in der Weise, wie wenn man sich die Capillaren einer Reihe von Hautpapillen höherer Thiere unmittelbar neben einander dächte.

¹⁾ Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. V, fg. 2.

Besonders hervorzuheben bleibt aber, dass beim Regenwurm keine dieser Capillarschlingen ins Innere des Gehirns oder Bauchmarkes eindringt, sondern immer an der Oberfläche hinzieht, innerhalb des äusseren lockeren Neurilemms; und zweitens, dass bei den kleineren Lumbricinen, wie z. B. den Gattungen *Lumbriculus*, *Stylaria*, *Chaetogaster* u. a. das Nervensystem keine eigenen Blutgefässe besitzt.

Nervöse Substanz. Die Ganglienkerne der Hirudineen sind bei den verschiedensten Gattungen immer ohne Mühe erkennbar; und was besonderer Beachtung werth erscheint, die Ganglienkörper sind nach der Natur ihres Inhalts, ganz abgesehen von ihrer Grösse, von mehrerlei Art. So besitzen, bei *Piscicola* z. B., die einen — und das sind an Zahl die überwiegenden — ausser einem hellen Kern mit vielen Kernkörperchen einen feinkörnigen Inhalt; die andern, in nur geringer Zahl vorhanden, haben eine grossbröckliche, wie geronnen aussehende, leicht gelbliche Inhaltsmasse.

Dergleichen eigenartige Ganglienkerne scheinen nicht den andern eingemengt zu sein, vielmehr in besonderen Paquets zusammen zu sitzen, so bei *Piscicola* jederseits unmittelbar hinter dem Querband des Gehirns in einer gestielten Kapsel; bei *Sanguisuga*¹⁾ und *Haemopsis* machen sich am Gehirn oben und seitlich etwa in der Gegend, wo das erste Nervenpaar entspringt, vier grosse solcher Kerne bemerklich. Auch von jedem Bauchganglion des gemeinen Blutegels habe ich mir zwei Partien solcher dunkler Ganglienkerne angemerkt²⁾. (Vergl. hierzu ob. S. 91.)

Die Ganglienkerne sind membranlose Körper. Um sich dies recht klar zu machen, vergleiche man damit z. B. die eine bestimmte Membran besitzenden einzelligen Drüsen, welche sonst Ganglienkerne so ähnlich sehen können, dass sie ja in der That schon dafür genommen worden sind, und man wird den Unterschied gross genug finden. (Vergl. S. 84 u. unten „Hirudineen“.)

Dass die Ganglienkerne die Ursprungsstätten der Nervenfasern sind, darf als ausgemachte Thatsache betrachtet werden; doch scheint mir das nähere Verhalten der beiden Theile zu einander, wie ich nach meinen neueren Erfahrungen schliessen muss, etwas anders zu sein, als die herkömmliche Annahme lautet. Ich finde nämlich, dass die Ausläufer der centralen Ganglienzellen nicht unmittelbar als Nervenfasern peripherisch gehen, sondern sich zunächst gegen ebenfalls central gelegene Anhäufungen einer feinkörnigen Substanz richten. Ehe sie in dieselbe eintreten, lösen sie sich in sehr feine Fibrillen auf, der Art, dass die breiten Stiele grosser Ganglienkerne in eine Menge von Fäserchen zerfallen, die viel feiner als die Primitivfasern der peripherischen Nerven sind. Diese Elemente entstehen erst jenseits der moleculären Centralmasse und sind wahrscheinlich als neue Einheiten einer Anzahl der verschmolzenen

1) S. meine Tafeln zur vergleichend. Anat. Taf. II, fig. 1. — 2) An Präparaten, welche über Jahr und Tag in Glycerin liegen, stechen diese eigenartigen Ganglienkerne ganz besonders deutlich von den übrigen ab. Der Kern zeigt ein scharfes Kernkörperchen; bei auffallendem Licht sind die Kerne weiss.

Fäserchen zu betrachten. Die directe Beziehung, welche die sich auffasernden Fortsätze der Ganglienkugeln zu der centralen Punktmasse haben, erklärt auch die Erscheinung, dass man sich zwar die Stiele der Ganglienkörper bei jeder Präparationsart ohne Mühe zur Anschauung bringen kann, dass sie aber, will man sie weiter verfolgen, immer abreißen, was eben da geschieht, wo sie in die Punktmasse einsetzen.

Daraus ergibt sich also, dass ausser den Ganglienkugeln und den Nervenfasern noch als drittes nervöses Element eine Punktsubstanz anzunehmen ist, in welche die Fäserchen der Stiele der Ganglienkörper sich auflösen und aus welcher die eine Primitivfaser bildenden Fäserchen hervorgehen. Noch scheint mir bezüglich der eigentlichsten Zusammensetzung der Punktmasse durch Reagentien und starke gute Vergrösserungen ferner zu erforschen, ob nicht die Körnchen dieser Substanz durchweg linear geordnet sind. Jedenfalls liess sich ein Uebergang der die sog. Primitivfasern zusammensetzenden Streifen in reine Punktmasse schon jetzt verfolgen. Dann wäre auch noch zweitens festzustellen, ob die durch Auflösung der Ganglienkörperstiele entstandenen Fäserchen, wie mir scheint, theilweise unter Verflechtung sich austauschen, oder ob sie im Gegentheil durchaus gesondert bleiben. (Vgl. ob. S. 91.)

An peripherisch oder isolirt gelagerten Ganglienkugeln fehlt diese vermittelnde Punktsubstanz der Centren und es setzen sich daher jetzt die Stiele der Ganglienkörper ohne weiteres als streifige Nervenfasern fort. So z. B. besonders deutlich am Magendarmnerv.

Die Ganglienzellen der Lumbricinen — ich denke hierbei zunächst an *Lumbricus agricola* — sind ebenfalls von verschiedener Grösse; die Mehrzahl von einfach birnförmiger Gestalt, manche mit langem Stiele; einzelne, namentlich solche von der grössern Sorte, besitzen ausser dem gewöhnlichen blass granulären Inhalt noch einen Fleck gelbkörniger Substanz. Der Nucleolus hat ein scharfes, fast glänzendes Aussehen. Auch bei dieser Gruppe der Würmer richten die Ganglienzellen ihre Stiele immer gegen eine innere feinpulverige Substanz, zu der sie sich als Rinde verhalten.

Die Nerven wirbelloser Thiere zeigen häufig eine sehr geringe Differenzirung zu faserigen Elementen, so dass man für solche Fälle auch besser von einer fibrillären Punktsubstanz, anstatt von eigentlichen Nervenfasern spricht. Nerven von lebenden oder eben getödteten Blutegeln genommen, erscheinen auch nicht viel anders, als es eben im Allgemeinen angedeutet wurde; Reagentien hingegen ändern das Bild in überraschender Weise um. Die Nervenstämme von Thieren, welche einen oder mehrere Tage in schwacher Essigsäure gelegen haben, bieten dem Blicke Nervenprimitivfasern von ebenso bestimmten Umrissen dar, wie wir es von den Nerven der Wirbelthiere zu sehen gewohnt sind. Dabei ist nun die Thatsache von besonderer Bedeutung, dass schon hier bei den Hirudineen (*Sanguisuga* und *Haemopsis*) die Nervenprimitivfasern von

doppelter Art sind ¹⁾, die man füglich als cerebrospinale und als sympathische Fasern unterscheiden darf.

Die cerebro-spinalen Elemente oder sog. Primitivfasern haben einen glattrandigen, kräftigen Habitus; sie sind von mehr homogenem Aussehen, nicht eigentlich längs gestrichelt. Die sympathischen Primitivfasern sind von einer gewissen weicheeren unhelleren Tracht; zeigen eine längsgranuläre Strichelung und ihr Rand ist feinzackig. Um es kurz auszudrücken, diese Fasern erinnern lebhaft an die freien Achsencylinder der sympathischen Fasern der Wirbelthiere. Eine besondere Hülle der einzelnen Faser existirt weder bei den cerebrospinalen, noch bei den sympathischen Fasern aber — und hierin unterscheiden sich wieder beide Nervenarten wesentlich — während die cerebrospinalen Nerven ein distinctes bindegewebiges Neurilemm haben, das selbst die einzeln ihren Weg fortsetzende Faser bis fast ans Ende begleitet, so mangelt den sympathischen Stämmen, Aesten und letzten peripherischen Ausbreitungen eine eigene bindegewebige Hülle oder ein Neurilemm. Andererseits stimmen beiderlei Nervenfasern darin überein, dass sowohl die cerebrospinalen als auch die sympathischen Primitivfasern nicht bloß in ihrer Endausbreitung, sondern auch innerhalb der Stämme vielfachen Theilungen unterliegen, wodurch anastomotische Verbindungen der Fasern ausserordentlich häufig hervorgerufen werden.

Hinsichtlich der eigentlichen Gestalt der Nervenprimitivfasern sei auch bemerkt, dass dieselben nicht cylindrisch sondern platt sind, was wenigstens an den cerebrospinalen gut hervortritt, wenn aus einem querdurchschnittenen Nervenstamm die Elemente ein Strecke weit hervorstehen ²⁾.

Bei den Lumbricinen macht sich in Anbetracht der Nerven fibrillen zunächst ein gewisser Gegensatz zu den Egelcn bemerkbar. Während, wie vorher erörtert wurde, die Primitivfasern der Hirndineen breit und wenigstens nach Anwendung von Reagentien so selbständig sind, wie die mittelstarken Nervenprimitivfasern der Wirbelthiere, so begegnet man bei den Lumbricinen diesen scharf ausgeprägten Fibrillen nicht, sondern der Inhalt der peripherischen Nerven besteht aus einer Mischung feiner Fäserchen und einer Punktsubstanz, die allerdings zum Theil wieder fibrillär geordnet sein kann.

Am Bauchmark mehrer Lumbricinen habe ich aber ferner noch höchst auffallende und unerwartete Elemente kennen gelernt, die, um gleich eine herkömmliche Bezeichnung anzuwenden, als riesige dunkelrandige Nervenfasern ³⁾ anzusprechen wären.

Sie liegen immer in der Mittellinie des Bauchmarks, und zwar an der Rückenseite desselben. Bei *Lumbricus agricola* sieht man drei distincte Fasern dieser Art am Bauchmark herabziehen; alle von ziemlich gleicher

1) Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. IV, fig. 1, c, f. — 2) a. a. O. Taf. II, fig. 3, C. — 3) a. a. O. Taf. III, fig. 8, i; Taf. IV, fig. 6, m; fig. 6, i; fig. 8, e; Taf. V, fig. 1, c, e, e.

Breite, die Einzelfaser 6—10mal breiter als die stärksten Nervenfasern des Frosches; von hellem Aussehen, wie leer gewordene Blutgefässe; der Rand hingegen ganz von dem Habitus wie derjenige ist, den die dunkelrandigen Nervenfasern der Wirbelthiere an sich haben, nur etwas blasser. Dass letzter Vergleich ein völlig zulässiger sei, ergibt sich aus den weiteren Beobachtungen. Die Fasern machen gegen Reagentien dieselben Veränderungen durch, wie dunkelrandige Nervenfasern der Wirbelthiere. Mit Speichel befeuchtet erhalten sie sich am besten, wirkt gewöhnliches Wasser ein, so treten allmählig vom Rande her Gerinnungserscheinungen auf; die fettige Rindensubstanz geht in Klumpen auseinander und an Durchschnitten quillt sie in Tropfenform aus. Die innere helle oder Achsensubstanz tritt nach Reagentien leicht auf grössern Strecken hervor in Form eines faserförmigen Bandes. Dass diese mittlere Substanz dem Achsencylinder entspricht und die Rindensubstanz der Markscheide, kann nicht in Zweifel gezogen werden. Noch lässt sich bei der Grösse der Elemente, um welche es sich hier handelt, sehen, dass die Fettscheide Schichtungsstreifen zeigt, die auch noch an den frei vorgequollenen Fettkugeln erkennbar sind. (S. 93.) Nur in einem Punkt weichen diese riesigen «Primitivfasern» von jenen der Wirbelthiere ab, sie sind ohne die Schwann'sche Scheide; die Fettlage ist ihre einzige Begrenzung nach aussen.

Der Achsencylinder, obschon nach der grössten Länge des Bauchmarkes von hellem homogenem Aussehen, bietet doch, nach der untern Portion des Gehirns zu, an den zwei äussern «Primitivfasern» ein ähnlich blasstreifiges Aussehen dar, wie das ist, welches die fibrilläre Substanz des Bauchmarkes zeigt. Dies scheint mir wohl zu beachten für die weitere Auffassung nicht bloss der hier vorliegenden riesigen «Primitivfasern», sondern auch der Achsencylinder der Wirbelthiere überhaupt. Der sog. Achsencylinder ist seiner Entstehung nach eine Partie fibrillärer Punktschubstanz, die von einer mehr oder weniger fetthaltigen Substanz umhüllt, sich abgrenzt und dadurch zu einer neuen Einheit nervöser Elemente, den sog. Primitivfasern, erhoben wird. Diese ursprüngliche Zusammensetzung des Achsencylinders ist bei *Lumbricus* im weitem Verlauf nicht mehr sichtbar, vielmehr scheint die Achse der riesigen «Primitivfasern» völlig homogen; an dem durch Reagentien blossgelegten Achsencylinder glaube ich jedoch ein feinstreifiges Aussehen als Spur der Zusammensetzung aus fibrillärer Substanz wahrzunehmen. (S. 92.)

Der Ursprung dieser riesigen «Primitivfasern» ist in der obern Portion des Gehirns zu suchen. Ich habe, indem ich mich hier zunächst immer nur an *Lumbricus agricola* halte, gesehen, dass die mittlere der drei «Fasern» vorne auf der Dorsalseite der untern Portion des Gehirns sich gabelig theilt, hierauf jede Hälfte in die entsprechende Commissur eintritt und innerhalb derselben sich verjüngend in die Höhe steigt. Dieser Fortsetzung oder richtiger Ursprung der mittleren Faser vermag man deshalb weiter nachzugehen, weil die Fettscheide schon hier innerhalb der Commissuren zu liegen ist und die Substanz des Achsencylinders rein homogen aussieht; die zwei andern Fasern scheinen zwar ebenfalls aus den Commissuren herzukommen, aber das streifige Wesen ihres Innern lässt sie von der übrigen Fasermasse der Commissuren kaum weiter unterscheiden.

Ausser der schon bezeichneten Gabelung der mittleren Faser und einer jetzt zu erwähnenden Quercommissur zwischen den zwei äussern Fasern, welche eine Strecke hinter der untern Hirnportion folgt, habe ich keine weiteren Theilungen gesehen; vielmehr gehen die drei Fasern, ohne sichtbare Aeste abzugeben, der ganzen Länge des Bauchmarkes entlang, behaupten somit anscheinend eine seltsame Sonderstellung.

Vielleicht können diese Fasern noch nach einer andern Seite hin in Vergleich gezogen werden. Wäre es nicht möglich, worauf ich oben (S. 142)

bereits anspielte, dass sie nach ihrer Lage zum Bauchmark dem intermediären Nerven der Hirudineen entsprechen? — In histologischer Beziehung — und darüber wird man kaum anderer Meinung sein können — sind sie vollkommen den eigenthümlichen breiten Nervenfasern der Krebse und Insecten anzureihen.

Obschon mir bei Hirudineen bisher keine ähnlichen dunkelrandigen oder markhaltigen Fasern aufgestossen sind, kann ich doch nicht unerwähnen lassen, dass ich an Querschnitten des Bauchmarkes aus der Nervenmasse nach Behandlung mit Essigsäure eine Substanz in Wurst- oder Schlangenförmig hervorquellen sah, die nach ihrer Lichtbrechung an Nervenmark erinnerte.

Topographisch-histologisches. Vom Gehirn der Hirudinee wurde oben gesagt, dass es ein folliculäres Aussehen habe. Es geschieht dies dadurch, dass das Neurilemm fachartige und beuteförmige Abgrenzungen zur Aufnahme grösserer oder kleinerer Mengen von Ganglienkugeln erzeugt. Diese Kapseln der Ganglienzellen pflegen eine stark verengte Basis, ja selbst einen längeren Stiel, zu haben; und was besondere Beachtung verdient, die einzelne Kapsel kann auch wohl durch mehrere solcher Stiele oder Wurzeln der Kopfschlinge aufsitzen.

Bei manchen Gattungen, *Sanguisuga* z. B., springt diese Organisation nicht sehr in die Augen, es gehört günstige Lagerung des Objects und schärfere Besichtigung hiezu, um die ein- oder mehrfachen kurzen Stiele wahrzunehmen; hingegen tritt dies Verhalten bei andern Arten (*Nephele Clepsine* z. B.) und bei passender Präparationsweise leicht hervor. Bei *Nephele* z. B. reicht am frischen Gehirn ein leichter Druck aus, um klar zu sehen, dass die Follikel des Gehirns, indem sie sich in lange Stiele ausziehen, einen auffallend selbständigen Charakter angenommen haben¹⁾; Anwendung von Glycerin macht den Druck überflüssig und lässt das Bild noch klarer hervortreten.

Die höchste Entwicklung nach dieser Richtung hin zeigt, soweit meine Erfahrung geht, die Gattung *Branchiobdella*²⁾, so dass man bei dem ersten Durchmustern des frischen Thieres sogar die Follikel übersehen und meinen kann, das Gehirn dieses Egels sei durch einen Mangel der Follikel ausgezeichnet; es sei gar nicht von traubiger Form, sondern glatt und gleichmässig. Indem man aber eine solche Meinung sich bildet, hat man eben nur die Umrisse des fibrillären Theiles des Schlundringes vor Augen gehabt und die zwischen die umliegenden Muskeln sich eindringenden gestielten Ganglienpaquets unbemerkt gelassen. Um die Stiele der letzteren wahrzunehmen, ist hier gar kein Druck nothwendig. Von den zwei querliegenden länglichen Kapseln der oberen Hirnportion wurzelt jede mit drei Stielen am Querband.

Auch die Bauchganglien³⁾ besitzen nach dem, was früher schon über die Umrisse derselben vorgebracht wurde, diese fachartigen, von früheren Forschern als „Dissepimente“ bezeichneten Abgrenzungen des Neurilemms. Die Stiele der Kapseln kann man an gelungenen senkrechten Schnitten schon sehen; bei *Piscicola respirans* trafen die Schnitte zuweilen so, dass man von den un-

1) Tafeln z. vergl. Anat. Taf. III, fig. 5. — 2) a. a. O. Taf. II, fig. 6. — 3) a. a. O. z. B. Taf. I, fig. 8.

paaren in der Medianlinie liegenden Follikeln zwei Stiele abgehen sah, je einen für einen der Bauchstränge. Diese Kapseln rufen immer an der Bauchfläche der Ganglien eine bestimmte Figur hervor und bedingen die starke Wölbung des Ganglions an dieser Seite.

Während alle Ganglienkugeln innerhalb solcher Kapseln liegen, so machen sich bei mehren Hirudineen, z. B. bei *Haemopsis*, *Sanguisuga*, *Nepheleis* zwei freie grosse Ganglienkugeln sehr bemerklich¹⁾ und nehmen eine besondere Stellung ein, indem sie ausserhalb der Kapseln je eine jederseits zwischen den Wurzeln der austretenden Seitennerven liegen. Ihr Protoplasma hat ein gewisses geschichtetes Ansehen, ist übrigens membranlos und geht nach den beiden Seitennerven in eine Primitivfaser fort, die sich denen aus dem Innern des Ganglions kommenden beimischt. (Vergl. S. 89.) Ich hege die Vermuthung, dass diese bipolaren Ganglienkugeln zum Sympathicus in Beziehung stehen mögen.

Im Mittelpunkt der Bauchganglien erblickt man zwei sich scharf abhebende helle Flecke, die ich für Lücken anspreche, welche den optischen Querschnitt zweier Muskelcylinder umschliessen²⁾).

Ausser den grösseren vom Neurilemm hervorgebrachten Abtheilungswänden sehe ich noch ein zweites, ganz feines Fachwerk, welches nach innen von der Wand der Follikel ausgeht und sich durch die nervöse Substanz erstreckt. Um dasselbe uns vorzuführen, entnehmen wir den Ganglien eines in doppelt chromsaurer Kalilösung gelegnen Blutegels feine Schnitte und setzen sie, nachdem man zuvor Kalilauge hat einwirken lassen, einem Drucke aus. Es kommt jetzt ein feines, zierliches Schwammgewebe zur Ansicht, in dessen Räumen offenbar die durch den Druck entwichenen Ganglienkörper untergebracht waren. (Vergl. S. 86.)

Bei den Lumbricinen umhüllt das Neurilemm einfach die Gesamtmassse der nervösen Elemente, ohne weder grössere Dissepimente, noch ein feines Fachwerk nach innen auszubilden; womit denn auch wohl die Erscheinung zusammenhängt, dass hier die Ganglienzellen einem auf sie wirkenden Druck eher ausweichen, also viel nachgiebiger gelagert sind, als bei den Hirudineen. Bezüglich der Lagerung der verschiedenen Arten der Ganglienzellen sei auch zu dem, was schon früher darüber im Allgemeinen (S. 145) bemerkt wurde, hier noch angefügt, dass am Bauchmark die grösseren Nervenzellen mehr die Mitte einnehmen, während die kleineren zur Seite rücken.

Am Gehirn der Lumbricinen zeigen sich Ganglienkugeln und Nervenfasern so vertheilt, dass, wie auch sonst, die obere Portion ihre Anschwellung durch Häufung der Ganglienzellen erhält; darunter verläuft das Band querer fibrillärer Nervensubstanz. Die

¹⁾ Tafeln s. vergleich. Anat. Taf. II, fg. 3, l. — ²⁾ a. a. O. fg. 3, c

Commissuren bestehen lediglich aus fibrillärer Materie. Sehr beachtenswerth scheint mir, dass an der untern Hirnportion, nahe dem Vorderrande, ein starker Zug bogenförmiger Fasern sich abgrenzt; die Schenkel dieser Schlinge von Nervenfasern liegen in den Seitencommissuren, und so tritt bei Betrachtung des ganzen Gehirns um den Schlund ein ununterbrochener Ring von Fasern hervor. Auch bei den Hirudineen findet sich diese Schlinge in der untern Hirnportion ¹⁾.

Die Anschwellungen des Gehirns und Bauchmarkes, insofern sie aus Ganglienkugeln, Punktsubstanz und den Anfängen der Nervenprimitivfasern bestehen, sind die vorzugsweisen Herde oder Centren des Nervensystems; aber es scheint, als ob bei den Hirudineen (*Sanguisuga*, *Haemopsis*) die Commissuren des Gehirns, sowie die Verbindungsstränge des Bauchmarkes, obschon sie dem ersten flüchtigen Blicke nach wie Stämme peripherischer Nerven sich verhalten, in ihrem Bau doch nicht ganz mit den letzteren übereinstimmen.

In den Commissuren nämlich sind, worauf auch bereits Faivre aufmerksam gemacht hat, die Nervenprimitivfasern noch keineswegs so selbständig geworden, als solches in den Gehirn- und Bauchgangliennerven von ihren Wurzeln an bis zu den letzten Verbreitungen der Fall ist. Die nervöse Substanz der Commissuren besteht weniger aus deutlichen Primitivfasern, als vielmehr aus Punktmasse, die allerdings in Längszüge, also in Anfänge von «Primitivfasern» geordnet sein kann. Um den hier gemeinten Unterschied sich gut zur Anschauung zu bringen, wähle man nicht etwa frische Thiere, sondern Exemplare, welche in einer Lösung von *Kali bichr.* gelegen haben. Hier erscheinen in den Seitennerven des isolirten Bauchmarkes scharfe, deutliche Primitivfasern, ungefähr von der Dicke mittelstarker Nervenfasern des Frosches und ragen auch aus dem durchschnittenen Neurilemm in gleicher Selbständigkeit hervor, wie bei Wirbelthieren. Abweichend hievon ist das Bild, welches die Commissuren geben. Die Röhre des Neurilemms umschliesst hier eine streifig-pulverige Masse, die auf dem Querschnitt auch als fein faserige und körnige Substanz hervorquillt. An Egein, die einige Zeit in Essig aufbewahrt wurden, haben sich Längszüge der Punktsubstanz um vieles schärfer ausgeprägt. Dieses, sowie Präparate, die ich durch Querschnitte erhärteter Egel erhalten habe, lassen vermuthen, dass in der Achse der Commissuren reine Punktsubstanz vorherrsche, in der Peripherie aber die Bildung zu streifigen Zügen vorgeritten sei.

Auch gangliöse Elemente scheinen in den Commissuren nicht völlig zu fehlen. Zwar bin ich nicht mehr so sicher wie früher, dass eine einzellige Rinde unterhalb des Neurilemms in der die oberen Hirnhälften verbindenden Brücke gangliös sei, indem dieselbe vielleicht richtiger der bei den Arthropoden unterhalb des Neurilemms sich findenden epithelartigen Schicht (s. unten) verglichen wird; aber es fallen mir andererseits innerhalb der fibrillären Substanz der Commissuren des Bauchstranges Flecken auf, fast wie kernige Einlagerungen. Mit Hilfe von Reagentien glaube ich gesehen zu haben, dass es in der That Nuclei sind, umgeben von einem Hofe scharf gerandeter, an Fett erinnernder Körnchen. Ausserdem erblickt

1) Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. II, fg. 1, f.

man noch in den Längscommissuren, ungefähr halbwegs zwischen je zwei Ganglien, in jedem der Längsstränge einen sich von seiner Umgebung merklich abhebenden Körper ¹⁾. Derselbe ist ziemlich gross, oval, hell und scharf gerandet, zeigt in seinem Innern nach der einen Spitze zu eine abscheidende Querlinie, und obschon er wohl in die Reihe der Nuclei gestellt werden darf, so hat er doch nicht das Aussehen gewöhnlicher Kerne.

Die Commissuren des Bauchmarkes der Blutegel verdicken sich gegen ihre Mitte zu, was in noch viel höherem Grade bei *Pontobdella* der Fall ist, von welchem Egel *Quatrefages* sogar starke Anschwellungen der genannten Commissuren zeichnet.

Das Bauchmark der Lumbricinen bietet, wie aus dem, was z. B. über Neurilemm und Lagerung der gangliösen Substanz bereits vorgelegt wurde, manche Verschiedenheiten von jenem der Hirudineen dar. Hier sei noch bemerkt, dass es sehr belehrend ist, sich beim Regenwurm Querschnitte durch das Bauchmark zu machen, was mit Hilfe eines scharfen Messers an Thieren, welche in Alkohol erhärtet wurden, nicht gerade schwierig ist. An solchen alsdann mit Essigsäure behandelten Scheiben sieht man gut nicht bloss das Verhalten des Neurilemms und seiner Musculatur, sondern auch die Lagerung der zelligen und fibrillären Nervenelemente; man unterscheidet deutlich, wie die obere Partie des Bauchmarkes von den zwei Längssträngen und den drei riesigen dunkelrandigen „Primitivfasern“ eingenommen wird, die Ganglienzellen aber an der Bauchseite lagern und sich zur Seite heraufziehen. Was mir aber besonders merkwürdig vorkam, war die Beobachtung, dass diese beiden nervösen Substanzen nicht in einfach gerader Linie aneinander grenzen, sondern in symmetrischer Form tief ineinander greifend eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Querschnitt des Rückenmarkes der Wirbelthiere hervorrufen ²⁾.

Von dem Neurilemm und Primitivfasern der Stammnerven bei den Hirudineen war schon (sieh. S. 154) die Rede.

Die Seitennerven entspringen bei manchen Egelu deutlich mit mehren Faszikeln, und es sei dazu bemerkt, dass auch die Längscommissuren des Bauchmarks in gleicher Weise in die Ganglien über- und aus ihnen herausgehen ³⁾.

Ueber das eigentliche Ende der Primitivfasern, jetzt abgesehen von denen der Sinnesorgane, habe ich soviel wahrgenommen, dass sie allmählig sich verjüngen, blasser werden und in feine Endspitzen ausgehen; diese heften sich zum Theil an Muskelcylinder an, theils verlieren sie sich frei, nachdem sie zuvor auch wohl durch kleine Ganglienkörper leicht angeschwollen waren.

An diesem Orte mag insbesondere auf die grösseren oder kleineren

¹⁾ Tafeln z. vergl. Anat. Taf. II, fg. 3, c. — ²⁾ a. a. O. Taf. III, fg. 8. — ³⁾ a. a. O. Taf. II, fg. 3. Trifft daher ein Querschnitt den Bauchstrang nach dem Ursprung der Längscommissuren aus dem Ganglion, so erscheint eine scharfe Sonderung der Nervensubstanz in Bündel, was im weiteren Verlauf wegfällt. Vergl. a. a. O. fg. 4, D.

gangliösen Anschwellungen hingewiesen werden, welche bei verschiedenen Egeln sowohl an den Gehirn- als Bauchmarksnerven zur Beobachtung kommen. (S. 147.)

Es gehören in diese Kategorie die seit langem bekannt gewordenen Seitenganglien von *Pontobdella*, sowie die von Quatrefages gefundenen Ganglien an den Hirnnerven; ich sah ferner bei *Nepheleis* und *Piscicola*, dass gewisse Aeste von Hirnnerven vor dem Gehirn in Ganglien anschwellen. In allen diesen Fällen handelt es sich um wohl hervortretende, mehr oder minder kuglige Verdickungen der Nerven.

Es können aber auch Ganglienkügelchen in geringerer Zahl da und dort in die Stammnerven eingelagert sein, ohne dass sie gerade eine eigentliche Volumenzunahme des Nerven an dieser Stelle verursachen. In dieser Weise verhalten sich z. B. die oben ¹⁾ gedachten gangliösen Einlagerungen in einem der Seitennerven der Bauchmarksganglien von *Sanguisuga* und *Haemopis*. Endlich sei in dieser Hinsicht abermals erwähnt, dass sich selbst in den letzten Entfaltungen der Hautnerven noch zellige Elemente nachweisen lassen ²⁾.

Man gewahrt so an feinen mit Essigsäure behandelten Hautschnitten von Egeln, welche in Alkohol zuvor erhärtet wurden, dass hier in einzelnen Nerven noch kleine Ganglienkügelchen eingeschoben sind; ganz ähnlich, wie ich es früher aus der glasartig hellen Haut der *Carinaria* abbilden konnte.

Ich habe oben (S. 147) bereits erklärt, dass ich die bisher zu den sympathischen Nerven gerechneten Kopfgeflechte als Cerebralnerven anzusehen geneigt bin, da sie neben andern Gründen im feineren Bau mit den Stammnerven und deren Ganglien übereinstimmen.

Prüfen wir nämlich beim medizinischen Blutegel die Kopfganglien und die aus ihnen hervorgegangenen Geflechte auf ihre histologische Beschaffenheit, so finden wir, dass sie die Zusammensetzung cerebrospinaler Partien haben. Die Ganglien bestehen aus Neurilemm und Ganglienkügelchen, wobei die letzteren im Allgemeinen etwas heller als jene der Gehirnanschwellungen sind; nur die Partie der Seitenganglien, welche hart an der Gehirnwurzel liegt, enthält nach der Farbe gesättigtere Ganglienkörper, ungefähr so wie die des Gehirns. Die aus den Ganglien entstandenen, die drei Kiemenwülste und den Pharynx versorgenden Geflechte, weisen Primärfasern auf von ebenso scharfrandiger kräftiger Tracht, wie diejenigen der eigentlichen Hirnnerven sind. Ueberall ist ein begleitendes Neurilemm sichtbar, welches sowohl die an zahlreichen Knotenpunkten in grösserer oder geringerer Menge eingestreuten Ganglienkügelchen zusammenhält als auch, wie schon angegeben, die isolirt verlaufenden Fasern umhüllt. Es wiederholt sich somit durchweg die Zusammensetzung cerebrospinaler Abschnitte.

Der Magendarmnerv ³⁾, den ich für das Aequivalent des Sympathicus der Wirbelthiere halte, gewährt bei *Sanguisuga* und

1) Seite 146. — 2) Tafeln s. vergl. Anat. Taf. III, fig. 1. — 3) a. a. O. Taf. IV, fig. 1.

Haemopsis, bei welchen allein ich diesen Nerven untersuchte, ein besonderes Interesse, nicht nur wegen seines Baues, sondern auch wegen seiner grossen, auffallenden Selbständigkeit.

Was den Hauptstamm betrifft, von dessen Lage und Vertheilung schon oben (S. 148) die Rede war, so ist er etwas dünner als die Wurzel eines aus den Bauchganglien kommenden Seitennerven und besteht aus 10—12 Fasern, deren Zahl aber nach dem vorderen Ende zu, wenn der Stamm schon hoch hinauf zum Schlunde gelangt ist, auf fünf Fasern und weniger herabsinkt. Während seines ganzen Verlaufes wird der Abgang von Nervenfasern dadurch ersetzt, dass immer wieder neue Ganglienkörper an seiner Seite auftreten, deren Stiele als Nervenfasern sich dem Stamme zugesellen. Das Gleiche wiederholt sich an den Seitenästen. Auch die Endgeflechte enthalten noch zahlreiche Ganglienkörper von verschiedener Grösse, aber immer von einem gewissen gelblichen Schimmer, den alle Ganglienkugeln des Magendarmnerven an sich haben. Von diesen Ganglienkörpern schliessen sich die einen mit ihrem Stiele einfach den Nerven an; andere unterhalten durch mehrfache Ausläufer nicht nur Verbindungen mit Nervenfasern, sondern auch zugleich mit benachbarten Ganglienzellen.

Die Ganglienkugeln liegen aber nie in Haufen beisammen, enthalten einer gemeinsamen neurilemmatischen Umhüllung, sind vielmehr vollkommen frei in die weiche, gallertige Bindesubstanz ausgestreut, wodurch denn auch dem Beobachter der Vortheil erwächst, das Verhalten der Ganglienkörper zu der Nervenfaser in grösster Schönheit und Klarheit zu überblicken und es verlohnt sich der Mühe, einen Abschnitt des medianen Hauptstammes auf eine gewisse Strecke im Einzelnen zu verfolgen. Dass die Primitivfasern des Sympathicus von durchaus anderem Habitus sind, als die gleichen Elemente des spinalen Systems, wurde schon (Seite 154) des näheren hervorgehoben, ebenso dass weder die Fasern des Stammes noch die einzeln verlaufende Faser so wenig wie die Ganglienkugeln ein Neurilemm besitzen.

Ich habe mir angelegen sein lassen, die etwaige Verbindung des Sympathicus mit dem Gehirn oder den Kopfganglien kennen zu lernen. Obschon ich nun zwar dem Nerven mit Sicherheit am Schlund hinauf bis in den Verbreitungsbezirk der von den Kopfganglien entstandenen Nervengeflechte nachgehen konnte, so ist es mir doch nicht gelungen, einen Austausch oder eine Verbindung der Elemente des Magendarmnerven mit den Geflechten der Kopfganglien zu erblicken; auch habe ich bisher keine Verbindung mit Aesten der aus den Bauchmarksganglien entspringenden Seitennerven wahrgenommen. Trotz all dieser immer nur negativen Befunde und obschon auch der Stamm des Sympathicus nach vorne zu, also nach dem Schlunde hin, sich auffallend verdünnt und auch das bereits erwähnte histologische Verhalten für eine hochgradige Selbständigkeit des Sympathicus spricht, so bin ich doch der Ansicht, dass Verbindungen mit dem cerebrospinalen System da sein werden.

Ich schliesse dieses namentlich in Anbetracht der Dinge, wie sie sich bei den Insecten gestalten. Einstweilen habe ich die Vermuthung, dass der <intermediäre Nerv> des Bauchmarks zum Sympathicus in Beziehung stehen möge; dann auch, dass die zwei eigenthümlichen, schon früher erwähnten, grossen Ganglien kugeln, welche man abgelöst von den übrigen Paquets der Ganglien kugeln zwischen den Wurzeln der austretenden Seitennerven findet ¹⁾, ebenfalls sympathische Elemente sein mögen, etwa homolog den sympathischen Seitenganglien der Insecten.

Endlich möchte auch der nächste Beobachter, welcher ein spezielleres Studium dem Nervensystem des Blutegels zu widmen vorhat, darauf achten, ob nicht die oben ²⁾ angezogenen gangliösen Einlagerungen in dem einen der beiden Seitennerven als sympathische Centren zu betrachten sind. Es liesse sich nämlich annehmen, dass dieselben noch mehr als die zwei grossen bipolaren Ganglien kugeln zwischen den Wurzeln der Seitennerven den sympathischen Seitenganglien der Insecten entsprächen, in welcher Annahme ich jetzt schon einigermassen dadurch bestärkt werde, dass ich (bei *Hirudo medicinalis*) am vordern Seitennerven des vierten Bauchganglions, von dem vordern Gabelaste jenseits der gangliösen Einlagerung einen Nerven abgehen sah, der ebenfalls in seinen Theilungen Ganglien kugeln enthielt. Zur Zeit als ich diese Beobachtung machte, waren mir die unten zu erörternden Verhältnisse der Insecten, bei welchen unverkennbare sympathische Nerven von den Spinalnerven abgehen, noch unbekannt, wesshalb ich für jetzt es nur als Vermuthung aussprechen darf, dass vielleicht durch diese Zweige der eigentliche Sympathicus der genannten Egelgattungen mit dem spinalen System sich in Verbindung setzt.

Historische und zootomische Zusätze.

Hirudineen.

Unter den Würmern dieser Gruppe wurde der gemeine Blutegel (*Sanguisuga medicinalis*) am frühesten auf das Nervensystem untersucht. Seine Grösse, Häufigkeit, sowie das Interesse, welches seit alter Zeit für ihn da ist, mussten darauf hinlenken. Auch entdeckte schon vor mehr als hundert Jahren der Franzose Poupert ³⁾ das Nervensystem unseres Thieres, was aber der Vergessenheit anheimfiel, so dass später selbst von Haller die Nervenlosigkeit der Blutegel behauptet wurde. Zum zweitenmal entdeckte es Mangili ⁴⁾ und bildet es bereits gut ab, mit Ausnahme des Gehirns, dessen über dem Schlund liegende Partie er nicht erkannt hatte. Cuvier ⁵⁾ beschreibt richtig das >Halsband< um die Speiseröhre und die Vereinigung desselben zu dem ersten Gehirnknoten, sowie das Verhalten der übrigen Knoten nach Form und Lage; nur bezüglich des Längsstranges, wie schon oben bemerkt (Seite 139), ist er noch nicht über einen Irrthum der früheren Beobachter hinausgekommen, indem er noch den Längsstrang für einfach hält. Dass dieses nur scheinbar so sei, in Wahrheit aber der Strang aus zweien dicht beisammen liegenden Stämmen bestehe, hat zuerst Spix ⁶⁾ nachgewiesen. Aus den älteren Arbeiten sei noch die von Bojanus ⁷⁾

1) a. a. O. Taf. II, fig. 3, l. — 2) Seite 146. — 3) Poupert, *Journal d. sav.* 1697. (Ist mir nicht zugänglich; die Angaben sollen dürftig sein. Doch hatte man früher das Andenken an den Entdecker damit geehrt, dass man hin und wieder anstatt vom Nervenstrang von der „stark geknoteten Linie des Poupert“ sprach.) — 4) Mangili, *de syst. nerv. hirud. tumbr.* 1795. — 5) Cuvier, Vorles. üb. vergl. Anat. 1809. — 6) Spix, *Darstellg. d. gesammten innern Körperbaues des gemeinen Blutegels*, Denkschriften d. Münchener Akad. 1813. Die Abbildungen sind von Chr. Koeck, dem bekannten Zeichner Sömmering's. Doch will es mir scheinen, als ob das Auge dieses sonst trefflichen Künstlers an die Auffassung solcher Objecte nicht ganz gewöhnt gewesen wäre. — 7) Bojanus, *Isis* 1817.

genannt, welcher von der Nervenketten, wie sie sich fürs freie Auge und gering vergrößert ausnimmt, eine schöne Zeichnung gegeben hat. Am genauesten hat dann später Brandt¹⁾ die Gliederung des Nervensystems vom Blutegele dargestellt; auch ist er der Entdecker der sog. sympathischen Kopfganglien und des Magendarmnerven. Ein Jahr vorher hatte E. H. Weber²⁾ seine Abhandlung über das Nervensystem des Blutegelembryo veröffentlicht.

Den Anstoss zu den ersten histologischen Untersuchungen des gemeinen Blutegeles gab Ehrenberg³⁾, worauf dann die Arbeiten von Valentin⁴⁾, Helmholtz⁵⁾, Hannover⁶⁾, Will⁷⁾, Bruch⁸⁾ und mir⁹⁾ folgten.

Nach einigem Stillstande erschien die Abhandlung Faivre's¹⁰⁾, welche besondere Erwähnung verdient. Ausser den neuen Beobachtungen, deren oben schon gedacht wurde, sah er auch zuerst die Theilungen der Fasern in den Stämmen, bestätigte ferner das Dasein des Brandt'schen Magennerven, den merkwürdig genug weder Moquin Tandon¹¹⁾, noch der im Zergliedern der Anneliden so geübte und erfahrene Quatrefages¹²⁾ wieder finden konnten, obschon er meiner Erfahrung zufolge viel leichter zu präpariren ist, als die Kopfganglien und deren Geflechte. Freilich scheint Faivre zuerst der Meinung gewesen zu sein, der von ihm gesehene Nerv sei ein völlig neu entdeckter Nerv, verschieden von dem Brandt'schen, was aber in der spätern Abhandlung nicht mehr hervortritt. Er beschreibt denselben genau nach seinen histologischen Einzelheiten.

Was meine eigenen¹³⁾ neueren Untersuchungen über den gemeinen Blutegele und den Rossegele (*Sanguisuga* und *Haemopsis*) betrifft, so habe ich die Befunde schon oben meist vorgelegt und hier nur noch einiges nachzutragen.

Zunächst wäre hervorzuheben, dass das centrale Nervensystem beider Egel, obschon in den wesentlichen Zügen von übereinstimmendem Bau, doch in der einzelnen Gattung einen besondern Habitus an sich trage. Bei *Sanguisuga* sind die Follikel der oberen Portion des Gehirns etwas kuglicher als bei *Haemopsis*; hiedurch und weil auch die zur unteren Portion herabgehenden Commissuren kürzer sind, erhält das ganze Gehirn von *Sanguisuga* einen gedrängteren und massigeren Charakter als jenes von *Haemopsis*, dem eine mehr schwächliche und gestreckte Tracht zukommt. Im Zusammenhange damit erscheint bei der ersten Art die Oeffnung für den Durchtritt des Schlundes erheblich enger als bei *Haemopsis*.

Mit den Brandt'schen Kopfganglien verhält es sich ähnlich, und da ich früher eigentlich mehr die Structur (Seite 160) als die übrigen anatomischen Verhältnisse berücksichtigt habe, so mag hier etwas näher darauf eingegangen werden. Br. entdeckte, wie oben bemerkt, beim medizinischen Blutegele vorn im Kopf drei kleine Knötchen, ein mittleres unpaares und zwei paarige. Ersteres erhalte jederseits ein Fädchen vom vorderen Rande des Hirns, während die letzteren mit den Hirnschenkeln in Verbindung zu stehen scheinen. Ich habe mir die-

1) Brandt u. Ratzeburg, mediz. Zoologie 1829. — Swan's *Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system* 1835 (auch *Hirudo medicinalis* enthaltend) kenne ich nicht aus eigener Anschauung. — 2) E. H. Weber, Archiv für Anat. u. Physiol. 1828. — 3) Ehrenberg, Abhandlungen der Berliner Akad. 1834. — 4) Valentin, üb. d. Verlauf u. d. letzten Enden der Nerven, Nov. act. acad. natur. curios. 1836. (Die Abhandlung enthält näheres über Ganglienkugeln und gelappten Bau der Ganglien, ist aber nicht frei von wesentlichen Irrthümern; so z. B. ist die Zahl der von den Ganglien abgehenden Nerven unrichtig angegeben, die Primitivfasern sollen nie sich miteinander verbinden, etc.) — 5) Helmholtz, *de fabrica syst. nerv. evert. Diss. inaug.* Berol. 1842. — 6) Hannover, *Recherch. microsc. s. le syst. nerv.* 1844. — 7) Will, üb. d. Struct. d. Ganglien b. wirbel. Th. Archiv für Anat. u. Physiol. 1844. — 8) Bruch, Ztschrift f. wiss. Zool. Bd. I. — 9) Leydig, Ztschrift f. wiss. Zool. 1849. — 10) Faivre, *Etudes s. l'histologie comparée du syst. nerv. chez quelques Annelides*, Ann. d. sc. nat. Tom. VI, 1856. Vorausgegangen waren *Observ. histolog. s. le grand sympathique de la sanguisuga medicinalis*, Ann. d. sc. nat. T. IV, 1855. — 11) Moquin Tandon, *Monogr. de la fam. des Hirudinees*, 1846. — 12) Quatrefages, *Etudes s. l. syst. nerv. des Sanguisuges et des Lombrices*, Ann. des sc. nat. 1852. — 13) Leydig, üb. d. Nervensystem der Anneliden, Archiv für Anat. u. Phys. 1862 u. meine Tafeln zur vergleichend. Anat. 1864: Taf. I, fig. 4, fig. 6, fig. 7; Taf. II, fig. 1, fig. 3, fig. 5; Taf. III, fig. 1; Taf. IV, fig. 1 (*Sanguisuga medicinalis*). Taf. II, fig. 2, fig. 4 (*Haemopsis vorax*). Üb. die folgenden Gattungen sieh. Taf. I, fig. 8, Taf. III, fig. 4 (*Piscicola respirans*). Taf. III, fig. 3 (*Nephetis vulgaris*). Taf. II, fig. 6 (*Branchiobdella*).

selben wiederholt von *Sanguisuga* und *Haemopsis* zur Ansicht gebracht, wo sie, obschon im Typus gleich, doch wieder in beiden Gattungen gewisse Unterschiede aufzeigen. Die seitlichen Knoten, durch eine kurze Wurzel mit der oberen Gehirnportion verbunden, ziehen sich bei *Haemopsis* mehr in die Länge aus, so dass sie den Schlund an seinem Anfange halbringförmig umgeben; nach vorne trifft ihr Ausläufer auf das vor dem Gehirn ruhende Ganglion, welches hier eigentlich aus zwei durch eine Brücke verbundenen Hälften besteht. Alle drei Ganglien zusammen und ihre Commissuren erzeugen somit eine Art Band, welches in Form eines Halbringes den Schlund gerade vor den Gehirnportionen umspannt. Bei *Sanguisuga* sind die Lateralganglien stärker und der Wurzel zunächst kuglig aufgetrieben; sie greifen ferner am den Schlund nicht soweit als bei *Haemopsis* herab, und endlich zeigt das Stirnganglion keinen paarigen Charakter, sondern erscheint mehr als einfach gangliös verdickter Gipfel eines Nervenbogens. Alle diese Ganglien sind Ursprungsstätten von Nervengeflechten, welche sich auf den Kieferwülsten und auf der Anfangsgegend des Schlundes ausbreiten.

Es erfordert übrigens einige Mühe, die Ganglien sowohl wie die Nervengeflechte darzustellen, da nicht nur bei Mangel einer Leibeshöhle Alles zwischen Muskeln, Drüsen, Bindegewebe etc. vergraben steckt, sondern auch Ganglien und Nerven sehr blass und fürs freie Auge kaum erreichbar sind. Vielleicht mit ein Grund, warum in neuerer Zeit diese Theile so wenig untersucht wurden, selbst von denen nicht, welche sonst die Structur des Nervensystems vom Blutegel ausführlich behandelten. Am zweckmässigsten hat es mir geschienen, die Thiere in Weingeist zu tödten und auf die herauspräparirten Theile Kalilauge wirken zu lassen oder, und diese letzte Methode möchte noch mehr zu empfehlen sein, man lässt den Egel einen Tag in schwacher Essigsäure liegen; dadurch nehmen die Ganglien eine weisse Farbe an und heben sich von den durchscheinend gewordenen Muskeln besser ab.

In der Abbildung, welche Quatrefages¹⁾ vom Kopftheil des Nervensystems der *Haemopsis* gegeben hat, verbinden sich die Schlundganglien durch mehrere Wurzeln mit dem Gehirn, während ich immer nur Eine Wurzel sah. Noch möchte ich im Hinblick auf die Abbildung des genannten Forschers im Vergleich zu der von mir gelieferten Figur²⁾ bemerken, dass die Schlundganglien bei meiner Zeichnung durch leichten Druck des Präparates nach aussen gelagert erscheinen, bei Quatrefages nach innen. Wenn in natürlicher Lage, so befinden sie sich vor der Commissur, da sie, wie vorhin ausgesagt wurde, in Verbindung mit dem Stirnganglion gewissermassen einen Halbring vor dem Gehirn bilden.

Ueber mancherlei differente Punkte, welche in den Angaben über die feinere Beschaffenheit der Nerven zwischen Faivre und mir herrschen, gehe ich hier hinweg, nur bezüglich der eigenthümlichen bipolaren Ganglienkugeln, welche an den Bauchganglien jederseits zwischen den zwei austretenden Seitennerven liegen und von mir in Beziehung zum Sympathicus gestellt werden, möchte ich entgegen Faivre, der meint, dass noch Niemand vor ihm dieselben gesehen habe, bemerken, dass dieser Ganglienkörper bei *Nephelis* von mir schon lange angezeigt war³⁾. Vergl. üb. dieselben auch S. 157 u. 162.

Was das Verhältniss des Gehirn- und Bauchmarkes zum Bauchgefässe betrifft (S. 145 u. S. 149), so ist Johnson⁴⁾ der erste gewesen, welcher die Beobachtung machte, dass beim medizinischen Blutegel die ganze Bauchnervenkette im Bauchgefäss eingeschlossen sei. Später entdeckte Joh. Müller⁵⁾ dasselbe Verhalten des Markstranges zum Gefässsystem bei *Nephelis vulgaris*, ohne von J. Kenntniss zu haben und ohne hinwiederum von der Müller'schen Beobachtung zu wissen, theilte ich⁶⁾ dasselbe Factum schon vor längerer Zeit bezüglich der *Clepsine* mit, in einer Anmerkung beifügend: »auch bei *Nephelis* habe ich mich überzeugt, dass das Bauchmark im Bauchgefäss eingeschlossen liegt.« Später⁷⁾

1) In Cuvier's *Regne animal*, oder die Cople in V. Carus, *Icones zoot.* Taf. IX. — 2) Leydig, Tafeln z. vergleichend. Anat. 1864, Taf. II, fig. 2. — 3) Leydig, *Zuschrift f. wiss. Zool.* 1849, S. 131. »Sonderbar ist es, dass bei allen Bauchganglien (der *Nephelis*) immer eine einzige grosse Ganglienkugel isolirt von den andern in der Nervenfasermasse der noch verbundenen austretenden Nerven liegt.« — 4) Johnson, *Treatise on the medicinal Leech*. Lond. 1816. — 5) Joh. Müller, *Archiv für Anat. u. Phys.* 1828. — 6) Leydig, Bericht d. zootom. Anstalt in Würzburg, 1849. — 7) Leydig, *Histologie des Menschen u. d. Thiere*, 1857.

sprach ich mich weiter dahin aus, dass man an der lebenden *Nephele* sehe, wie der Bauchstrang innerhalb des Bauchgefäßes bei dessen Contractionen sich bewege und die Ganglien etwas zusammengepresst werden; auch erkenne man besonders, wie das Fussganglion innerhalb des Gefäßes hin- und hergeschoben werde. Die fünf Aeste, welche jederseits aus dem Ganglion abgehen, lägen ebenfalls noch eine Strecke weit in Gefässen. Bezüglich des medizinischen Blutegels und des Pferdeegels hatte Joh. Müller ein Umschlossensein des Nervenstranges von Seiten des Bauchgefäßes geradezu in Abrede gestellt: »es finde bei *Hirudo medicinalis* und *Sanguisuga* gewiss nicht statt«, denn hier befinde sich der Markstrang ausser dem mittleren Gefässe am Bauch in seiner eigenen schwarzen Haut eingeschlossen. Als ich dieses sog. äussere Neurilemm oder Dura mater (der Autoren) näher auf seine Structur zu prüfen begann, wusste ich noch nicht, dass dasselbe ein Blutgefäss sei und es möchte auch überflüssig sein, die einzelnen Wege aufzuzählen, die mich nach und nach auf Erkennung des Sachverhältnisses führten. Die einfachste und am schnellsten zum Ziele bringende Präparationsweise besteht darin, dass man von Thieren, die durch Liegen in Alkohol erhärtet wurden, mit einem scharfen Messer Querschnitte behutsam abträgt. An solchen Querschnitten sieht man überall, sowohl am Gehirn, wie am ganzen Bauchmark, dass die braune Hülle mehr oder weniger weit von dem Nervenstrange absteht, während den Zwischenraum die rothe Blutmasse füllt. Vortrefflich zum Studium eignen sich ferner Thiere, die einen Tag lang mit Essigsäure behandelt wurden, da man hier am Nervenstrange, in gewöhnlicher Art herauspräparirt, das zwischen äusserem und innerem Neurilemm angehäuften Blut auf weite Strecken hin verfolgen kann¹⁾.

Ueber die von mir entdeckten Muskeln des Neurilemms siehe S. 150. Die von Faivre als *sordons vasculaires* bezeichneten und abgebildeten Streifen²⁾ sind sicher nichts anderes als zwei solche Muskelcylinder gewesen, deren Natur verkannt wurde. Ich habe nie Blutgefässe im innern (oder eigentlichen) Neurilemm wahrgenommen. Zu weiterer Nachforschung empfehle ich die Muskeln, welche in der untern Portion des Gehirns zwischen den Querbrücken der beiden Faserstränge herauskommen und nach oben gehen. Sie schienen mir zur Anheftung an die Innenfläche des Blutgefäßes zu dienen, in welchem der ganze Bauchstrang liegt. Neuerdings, namentlich an Querschnitten des Gehirns, ist es mir wahrscheinlicher geworden, dass sie keineswegs über das Neurilemm des Gehirns heraustreten, sondern in diesem bleiben und dann somit ganz in die Reihe der übrigen Muskeln des Neurilemms gehören. — In einer jüngst erschienenen Arbeit von Walter³⁾ wird das Nervensystem von *Hirudo medicinalis* besonders nach einem feineren Bau behandelt. Die Darstellungen des Verfassers weichen zum Theil in nicht unwesentlichen Dingen von meinen Angaben ab, ohne dass ich mich hier weiter darüber aussprechen möchte.

Nephele vulgaris habe ich sowohl früher wie gegenwärtig oftmals unter den Augen gehabt. Ueber Form des Gehirns im Allgemeinen siehe oben S. 141 u. S. 156. An der untern Portion lassen sich die in der Mittellinie liegenden Lücken deutlich sehen. Wegen der stark abstehenden Follikel der Ganglienkugeln könnte es dem Ungeübten scheinen, als ob der oberhalb des Schlundes befindliche Hirntheil bloss aus einem Querband von Nervenfasern gebildet sei.

Hinsichtlich der Einzelheiten verweise ich auf die von mir veröffentlichte Figur und möchte jetzt nur mit Bezug auf die oben Seite 148 angeführte Beobachtung im nähern bemerken, dass die verschiedenen von der oberen Hirnportion abgehenden Nerven bald nach ihrem Ursprung in Ganglien anschwellen, aus denen Nerven hervorkommen, welche sich unter geflechtartiger Auflösung auf den Anfang des Schlundes verbreiten, namentlich in die Gegend der drei Falten, welche den Kiefern des medizinischen Egels und des Pferdeegels entsprechen. Die sog. sympathischen Nerven sind sonach hier directe Aeste von Hirnnerven. Andere »sympathische Kopfganglien«, die, obschon im Gehirn

¹⁾ Vergl. auch die jüngst erschienene Arbeit von Gratiolet, *Rech. sur l'organisation du syst. vascul. de la Sanguis medicinalis etc.*, Ann. d. scienc. natur. T. XVII, 1862. —

²⁾ Faivre a. a. O. Pl. 1, fig. 1, x. (im Text als Pl. 2, fig. 1 bezeichnet). — ³⁾ Georg Walter, Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere, Bonn 1863.

wurzelnd, doch nicht gerade Abschnitte der übrigen von der oberen Hirnportion entspringenden Nerven wären, aufzufinden, ist mir bisher durch keine Präparationsweise gelungen. — Ueber das Bauchmark, den intermediären Nerven, s. oben Seite 139 u. 142. Lage des Bauchmarkes im Bauchgefäß sieh. S. 145, 164.

Weiterer Prüfung möchte ich noch empfehlen, ob auch das Gehirn im Blutgefäß liege; nach meinen Aufzeichnungen bin ich darüber nicht ganz im Klaren, bald schien mir das erstere der Fall zu sein, indem nach angebrachtem Druck zur Seite des Gehirns blutgefüllte Räume sichtbar wurden; dann aber, namentlich wenn das Thier auf dem Rücken liegt und keinem eigentlichen Druck ausgesetzt wird, glaubte ich wieder sehen zu können, dass das Gehirn nicht im Bauchgefäß liege, letzteres vielmehr hinter der unteren Hirnportion die zum nächsten Bauchganglion führenden Längscommissuren ringförmig umschnüre. — Ueber Gehirn und Bauchmark der *Nephele* siehe auch Rathke¹⁾.

Ueber *Pontobdella* vergl. die Abhandlung R. Wagner's²⁾, wo insbesondere der von Audouin entdeckten seitlichen Ganglien, in welche die von den mittleren Knoten kommenden Quernerven anschwellen, gedacht wird. Die Commissuren des Bauchstranges werden irrig für einfach gehalten. Später untersuchte ich³⁾ frische Exemplare und gab einige Mittheilungen über das Gehirn und die Bauchmarksganglien. In meinen mir noch aus dem Winter 1850 vorliegenden Notizen, wo ich *P. verrucosa* untersuchte, finde ich auch schon gezeichnet und angemerkt, dass das Bauchmark in einem grossen, mit eigenen Wänden versehenen Blutraum liege; dann dass eben dieser Blutraum oberhalb des zweiten Bauchganglions eine sphincterartige Oeffnung über dem Nervenstrang hat. An Weingeistexemplaren von *P. muricata* habe ich mich vom Dasein der Muskeln im Neurilemma auf Querschnitten überzeugt. — Eine vorzügliche Arbeit verdanken wir Quatrefages⁴⁾. Obere Gehirnportion klein, wenig gewölbt. Jederseits nur Ein Nerv entspringend. Der nächste Nerv kommt aus der Seitencommissur. Untere Hirnportion sehr gross und dick, herzförmig; aus ihr jederseits drei Nerven hervorgehend. Alle diese Hirnnerven mit gangliöser Anschwellung in einiger Entfernung von ihrem Ursprung. Aus den Bauchganglien kommt scheinbar jederseits nur Ein Nerv, aber es sind bestimmt zwei, die nur dicht beisammen liegen. Das 20. und 21. Ganglion entsenden indessen wirklich nur Einen Seitenast. Ausser der bekannten grösseren gangliösen Anschwellung des vordern Astes entwickeln die Zweige noch zahlreiche kleine Ganglien. Das Analganglion, obschon grösser als die übrigen Bauchganglien, steht doch der untern Hirnportion nach. Aus ihm sieben Paar Nerven. Die Commissuren der Bauchganglien mit Anschwellungen während ihres Verlaufes, am grössten in der Gegend des sechsten und siebenten Ganglions. Noch beschreibt Q. ein „*système nerveux viscéral*“ in Form kleiner Ganglien, die an der untern Fläche der oberen Gehirnportion liegen, ihre Fäden schwellen abermals an, und indem sie einen Bogen vor dem Gehirn bilden, verdicken sie sich wieder zu einem medianen Ganglion.

Ueber *Branchellion* vergl. Quatrefages⁵⁾ und meinen Aufsatz⁶⁾. Da nach genanntem Beobachter an den Bauchganglien nur Ein Seitennerv vorhanden ist, so entnehme ich aus meinen früheren Aufzeichnungen, dass ich jederseits zwei solcher seitlichen Stränge (also wie bei den andern Hirudineen) gesehen habe. Form des letzten Bauchganglions S. 144.

Das Nervensystem der *Piscicola geometra* haben Leo⁷⁾ und ich⁸⁾ beschrieben. Den oben eingestreuten neuen Beobachtungen hinsichtlich des Vorkommens eines intermediären Nerven, Habitus vom Gehirn und den Bauchganglien etc., hat die hier bei Tübingen sich findende *P. respirans* zu Grunde gelegen. Es wurde auch oben S. 145 schon gesagt, dass das Bauchmark ebenfalls in einem grösseren Blutraum liege; aber, was hier hervorgehoben sein soll, man unterscheidet auf Querschnitten noch deutlich von diesem umschliessenden Blutraum ein anderes, engeres, nicht contractiles Bauchgefäß. So mag es sich auch bei *Clepsine* und überhaupt allen mit einer vorstreckbaren Schlundröhre versehenen Egeln ver-

1) Rathke, Beitr. z. Entwickelungsgesch. d. Hirudineen. Herausgegeben u. theilweise bearbeitet von R. Leuckart. 1862. — 2) R. Wagner, Isis 1834. — 3) Leydig, Ztschrift f. wiss. Zool. 1851, Bd. III. — 4) Quatrefages, Ann. d. sc. nat. Tom. 18, 1853 (*Albina verrucosa* u. *A. muricata*). — 5) Quatrefages, Ann. d. sc. nat. Tom. 18, 1853. — 6) Leydig, Ztschrift f. wiss. Zool. 1851, Bd. III. — 7) Leo, Archiv für Anat. u. Phys. 1835. — 8) Leydig, Ztschrift f. wiss. Zool. 1849.

m, worauf ich beim Gefässsystem zurückkommen werde. Was die Muskeln Neurilemma betrifft, so zeigten sich auf Querschnitten des Bauchmarkes an ganglienlosen Stelle etwa neun Muskelcylinder; ein Ganglion auf dem senkten Schnitte liess ebenso viele erkennen, sie verliefen im Neurilemma zwischen zwei Längssträngen, dem intermediären Strang und den Follikeln der Ganglien.

Noch möchte ich der Form des Gehirns im Näheren gedenken. Die obere Portion um vieles grösser als die obere, besteht, abgesehen von den zwei Fortsätzen, die sich durch Quervermissuren verbinden, zwischen denen vier kleine Lücken mit durchtretenden Muskeln bleiben, aus drei Reihen von Ganglienzellen umschliessenden Follikeln. Die mittlere oder unpaare Reihe scheint auf senkrechten Schnitt allerdings wieder aus zwei Reihen zusammengesetzt zu sein.

Die obere Portion des Gehirns gewinnt, wie ähnlich schon bei *Nephele* noch mehr bei *Clepsine*, ein eigenthümliches Aussehen dadurch, dass die Kugel der Ganglienzellen mehr den Seitenschenkeln (Seitencommissuren) am Gipfel der Kopfschlinge ansitzen. Betrachtet man daher am lebenden letzten Thier, das seine Dorsalfäche nach oben wendet, das Gehirn, so bekommt man den Eindruck, als ob die den Schlund überbrückende Portion bloss ein nervöses Band, ohne Ganglienschwellung sei, was jedoch nach dem eben Erkannten keineswegs der Fall ist: die Follikel stehen mehr zur Seite des Schlundes und erscheinen in dieser Lage bloss als kuglige Vorsprünge. An Serienpräparaten wird besonders deutlich, dass die Follikel ein- oder auch mehrfach gestielt sind. Durch die seitliche Lagerung dieser Follikel erwächst aber dem Beobachter die Gefahr, die obere Hirnportion entweder für bloss faserig zu halten, oder sie auch ganz zu übersehen und wirklich ist Budge hinsichtlich *Clepsine* in diesen Irrthum verfallen. Er lässt das centrale Nervensystem des Egels mit dem Theil beginnen, den wir bisher die untere Hirnportion nennen. Ich vermute, dass Budge's schlingenförmig sich umwindende Portion des Gehirns sich auf das von ihm unvollständig beobachtete nervöse Band beziehen ¹⁾.

Die von der oberen Portion des Gehirns abgehenden Nerven schwellen alsbald in ihrem Ursprung in Ganglien an, von denen zum Theil Fäden entspringen, die den sog. sympathischen Kopfgeflechten der vorausgegangenen Gattungen entsprechen mögen; doch ist die Präparation so schwierig, dass ich bis jetzt nichts Näheres darüber anzuführen vermag. Der innerste der Kopfnerven, dessen Vertheilung hauptsächlich im Saugnapf erfolgt, zeigt weiter nach aussen noch eine zweite gangliöse Anschwellung; die Endvertheilung dieses Nerven geschieht auf der inneren Fläche der Kopfscheibe (Oberlippe) zu, weshalb man das Thier den Rücken legen muss, um die feinen letzten Verästelungen wahrzunehmen.

Dieses nur unter Mithilfe von Reagentien (Kalilauge, Glycerin etc.) möglich gemacht braucht kaum ausdrücklich gesagt zu werden. Die weiter nach aussen entgehenden Kopfnerven versorgen die Unterlippe; der eine derselben giebt auch Augennerven ab.

Die Bauchganglien zeigen ebenfalls paarige und unpaarige, scharf abgesetzte Kugeln der Ganglienzellen. Jederseits zwei Seitennerven und der eine derselben tritt in einiger Entfernung vom Bauchganglion eingelagerte Ganglienzellen. Schwanzganglion ist länglich, nach hinten zugespitzt und entsendet sieben unpaare. An verschiedenen dieser Nerven sieht man da und dort gangliöse Anschwellungen.

Vom Gehirn der Gattung *Clepsine* war schon vorhin die Rede, sowie oben der Zahl der Seitennerven S. 146, dem Umschlossensein des Bauchmarkes

¹⁾ In der jüngst erschienenen Schrift: Beitr. z. Entwicklungsgeschichte d. Hirudineen von H. K. Leuckart, herausgegeben und theilweise bearbeitet von R. Leuckart, 1862, wird ebenfalls bemerkt, dass Budge das Gehirn der *Clepsine* in dieser Beziehung verkannt habe, aber seltsam genug gesagt: „Denselben Irrthum hat Leydig bei *Piscicola* beobachtet“. Diese Behauptung erlaube ich mir einfach abzuweisen, indem meine in d. Ztsch. f. Zoologie Bd. I. gelieferte Abbildung in naturgetreuer Art das Gehirn nach seiner oberen und unteren Portion in natürlicher Lage, also nicht verschoben darstellt. In der Tafel z. Vergleich. Anat. von mir gegebenen Zeichnung (Taf. III, Fig. 4) von *Piscicola* erscheint die obere Portion etwas nach vorne geneigt, um die Lagerung der Ganglienzellenfollikel anschaulicher zu machen.

von einem Blutraum S. 164. Einen weiteren Irrthum Budge's¹⁾ habe ich schon an einem andern Orte²⁾ berichtet, der darin besteht, dass B., vielleicht unter dem Einfluss der gerade damals über das Verhältniss der Ganglienkugeln zu den Nervenfasern in Schwung kommenden Untersuchungen, einzellige Drüsen für grosse Ganglienkörper und die Ausführungsgänge für abgehende Nervenfasern genommen und darauf hin ein eigenthümliches Nervensystem aufgestellt hat. Man kann zwar zugeben, dass eine gewisse Aehnlichkeit der Drüsen und ihrer Gänge mit unipolaren Ganglienkörpern vorliegt; aber dennoch lässt sich bestimmt festsetzen, dass die fraglichen Bildungen einzellige Drüsen sind und nicht das geringste mit dem Nervensystem zu schaffen haben. Vergl. auch S. 152.

Der Gattung *Clepsine* am nächsten steht das von de Filippi aufgestellte Genus *Haementeria*. Ueber das Nervensystem dieses Egels vergl. die Abhandlung des genannten Forschers³⁾.

Was unsern kleinsten einheimischen Egel, die auf dem Flusskrebs schmarotzende Gattung *Branchiobdella* betrifft, so habe ich meine Beobachtungen über die Form des Gehirns oben Seite 156 erwähnt und füge hier bei, dass auch an den scharf abgesetzten Follikeln der Bauchganglien ein kurzer Stiel nachgewiesen werden kann. Die medianen Spalten in der unteren Hirnportion lassen sich hier, ebenso in den Bauchknoten wegen der Kleinheit des Nervensystemes, sobald man einmal darauf achtsam geworden ist, noch leichter erkennen, als bei den grösseren Egel; insbesondere an Thieren, die einige Tage in Essigsäure und darauf in Glycerin lagen. Im Neurilemm der Längscommissuren Muskeln. Duplizität des Bauchstranges S. 139; intermediärer Nerv S. 142. Zahl der Seitennerven S. 146. Nervenstrang nicht im Bauchgefäss S. 145. Bauchganglien zähle ich — den Schlundring abgerechnet — neun, wovon das erste nicht so dicht der untern Portion des Schlundrings folgt, als dies sonst gern geschieht. Das Analganglion ist wie immer das grösste der eigentlichen Bauchganglien und von länglicher Form. Bei *Br. parasita* haben die Ganglien einen orangerothen Anflug, herrührend von gelb gefärbten Körnern in den Ganglienzellen.

Eine ganz besondere Stellung nimmt die Gattung *Malacobdella*, von der oben Umgang genommen wurde, nach der Form des Nervensystems ein; wie man wenigstens nach den Angaben Blanchard's⁴⁾, der meines Wissens bisher allein das Thier zergliederte, annehmen muss. Der auf Seemuuscheln lebende Egel nähert sich nicht bloss durch abgeplattete Körpergestalt den Trematoden, sondern auch hinsichtlich des Nervensystems, indem das Bauchmark hier vollständig in seine zwei Stränge zerspaltene ist, welche weit auseinander auf beiden Seiten herablaufen; dabei aber regelmässig ganglionäre Anschwellungen haben, wovon bloss das erste und letzte (Gehirn- und Anal-) Ganglion durch Quervercommissuren verbunden sind. Von Budge⁵⁾ ist die Vermuthung ausgesprochen worden, es möge die Bildung des Nervensystems der *Branchiobdella* ähnlich wie die von *Malacobdella* sein. Dass dieses durchaus nicht der Fall ist, geht aus dem Obigen hervor, wonach sich *Branchiobdella* wie ein echter Egel verhält.

Lumbricinen.

An die Untersuchung des Regenwurms (*Lumbricus terrestris*) hat sich bekanntlich schon Willis⁶⁾ gewagt; er kennt Gehirn und Bauchmark; doch zeichnet er dasselbe einfach geradlinig, ohne Unterscheidung der Knoten; auch die abgehenden Nerven hat er nicht berücksichtigt.

In den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts gaben sich rasch hintereinander Leo⁷⁾, Home⁸⁾ und Roth⁹⁾ mit der Anatomie des *Lumbricus* ab. Bei Leo erscheint die knotige Beschaffenheit des Bauchmarkes und des Gehirns ausgedrückt, aber die sich vom Bauchstrang abzweigenden Nerven (auf fig. 5)

1) Budge, Verhandlgen d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande, 1849. — 2) Leydig, Ztschrift f. wiss. Zool. 1850, S. 4, Anmerk. — 3) De Filippi, *sopra un nuovo genere (Haementeria) di Anellidi della famiglia delle sanguisughe. Mem. della acad. d. sc. di Torino*. Tom. X. 1849. — 4) Blanchard, *Ann. d. sc. nat.* 1845 oder Forriep's Notiz. Bd. 39, 1847. — 5) Budge, Verhandlg. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinlande, 1849. — 6) Thomas Willis, *de anima brutorum*, 1674. — 7) Leo, *de struct. lumbr. terr.* 1820, mir nur aus dem Auszug in d. Isis 1822 bekannt. — 8) Home, *Phil. Trans.* 1823, 1824. — 9) Roth, *de anim. invertebrat. syst. nerv.* 1825. (Mir fehlen die Tafeln.)

sind unrichtig angegeben. Selbst die zum Theil sehr künstlerisch aufgefassten Figuren bei H o m e (gezeichnet von Franz Bauer) sind in dieser Hinsicht noch nicht genau. Auf fig. 4, welche das gesammte Nervensystem und die Stämme der peripherischen Nerven veranschaulicht, sind allerdings sehr oft zwei Nerven, jederseits aus dem Ganglion kommend, und einer aus den Commissuren gezeichnet, was das richtige ist; aber häufig ist es damit auch anders gehalten, an dem hintern Abschnitt z. B. sind alle diese *Nervi interannulares* ganz weggelassen. Auch ist das hintere Ende des Bauchmarkes, was die Ganglien betrifft, incorrect, indem diese hier wie oben (Seite 144) hervorgehoben wurde, sehr nahe zusammenrücken. Bezüglich des vorderen Endes habe ich zu tadeln, dass der untern Hirnportion die gleiche Form gegeben erscheint, wie der obern, was keineswegs mit dem wirklichen Verhalten stimmt. Dass auch bei H o m e die Gehirnnerven noch nicht alle erkannt wurden, darf man sich nicht wundern, da auch R o t h, dessen Angaben am genauesten sind, in diesem Punkte unvollständig bleibt. Die umfangliche Abhandlung Morren's¹⁾ habe ich noch nicht zu Gesicht bekommen.

Mit der von Quatrefages²⁾ gegebenen Darstellung des Nervensystems kann ich mich wenig befreunden³⁾, da sie aus den Commissuren des Schlundringes und der untern Hirnportion zu viele Nerven abgehen lässt; auch entspricht es nicht der Natur, dass die Seitennerven des Bauchmarkes sich so nahe ihrer Wurzel in die Aeste theilen. Doch geschah durch genannten Forscher ein wichtiger Fortschritt in der Erkenntniss des Nervensystems dadurch, dass die sog. sympathischen Kopfganglien aufgefunden wurden. Q. zählt jederseits sechs Wurzeln, die aus dem Gehirn kommen und eine beträchtliche Anzahl unregelmässiger Ganglien bilden. Näher auf den Bau dieser Partie geht F a i v r e⁴⁾ ein, er nennt das Ganglion *cordon pharyngien lateral*. Vergl. darüber auch C l a r k e⁵⁾. Der letzte Autor will, wenn ich ihn recht verstehe, den von den Seitenganglien entstandenen Nervenplexus über den Pharynx hinaus nach der Länge des Schlundes verfolgt haben, während ich F a i v r e Recht geben muss, welcher behauptet, dass die in Rede stehenden Nervengeflechte den Pharynx nicht überschreiten. Siehe oben S. 148. Auch von den Seitennerven des Bauchmarkes kann ich keine Fäden zum Darmrohr treten sehen, an Querschnitten durch den ganzen Wurm überblickt man den grossen freien Leibesraum zwischen dem Tractus, der Ganglienkette und deren Nerven; aber immer war das Bild bezüglich der Nerven so, dass dieselben nur geradenwegs die Leibeswandungen aufsuchen und sich in deren Muskeln verlieren.

Ueber Gestalt und Lage der sog. sympathischen Kopfganglien sieh. oben S. 148. Hier sei noch bemerkt, dass die Wurzeln dieser beiden Seitenganglien, deren Präparation einige Schwierigkeiten bietet, nur aus der vordern und innern Fläche der Hirncommissuren entspringen; die Wurzeln sind kurz und ihre Zahl beträgt für jedes Ganglion 9–10. Da sowohl bei *Sanguisuga* und *Haemopsis*, als auch bei *Chaetogaster* durch Zusammenstossen der seitlichen Elemente dieses sog. sympathischen Systems ein Bogen entsteht, so habe ich bei *Lumbricus agricola* speziell Acht gegeben, ob nicht auch hier das gleiche geschehe, aber mit Sicherheit erkannt, dass die Seitenganglien mit ihren oberen Enden sich nicht vereinigen, sondern für sich bleiben. Im Hinblick auf den feineren Bau habe ich vorzubringen, dass bei *Lumbricus agricola* nicht bloss die Seitenganglien, die eigentlichen Centren dieses Abschnittes des Nervensystems Ganglienzellen besitzen und zwar zugleich mit fibrillärer Substanz, wobei die Zellen nach unten und vorn, die Fasermasse nach oben liegt, sondern auch das von den Ganglien ausstrahlende, mehrmals erwähnte Geflecht enthält an vielen Stellen ausser der feineren Masse noch Ganglienkugeln, die in grösseren oder geringeren Haufen in die Knotenpunkte eingebettet sich zeigen.

Was die oben S. 143 erwähnte Duplizität im Baue der untern Hirnportion betrifft, so sieht man die medianen Lücken und Quercommissuren nicht an frischen

1) Morren, d. lumbr. terr. hist. nat. 1829. Auch Swan's *Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system* (mit *Lumbricus terrestris*) ist mir unbekannt. — 2) Im *Résumé animal*, Annelides Pl. 1^e, fig. 2. (Das sog. System d. Eingeweidenerven gesondert in fig. 2^a u. fig. 2^b). Vergl. auch *Compt. rend.* 1852, S. 469. — 3) Leydig, Tafeln z. Vergleich. Anat. 1864, Taf. I, fig. 5, Taf. III, fig. 8, Taf. IV, fig. 7, fig. 8, Taf. V, fig. 1, fig. 2 (*Lumbricus agricola*). — 4) Faivre, *Ann. d. sc. nat.* 1856. — 5) Clarke, *Annal. of natur. history* 1857.

Objecten, indem die Musculatur des Neurilemms, die »dunkelrandigen Faserzüge« und anderes die Stelle verdecken. Aber an Gehirnen, die einige Zeit in Glycerin lagen, tritt die bezeichnete Bildung klar hervor. Ich habe solche Präparate vor mir, die jetzt über ein Jahr alt sind, und sich so schön aufgehellt haben, dass man nicht bloss die Spältchen in der Medianlinie der untern Hirnportion, sondern auch die Grenzen der Musculatur nach der Länge des Bauchmarks deutlich verfolgen und ihre Dicke bemessen kann, wobei sich zeigt, dass sich die Muskeln nicht auf die vom Bauchmark abgehenden Nerven erstrecken, das Verhalten also hierin verschieden von demjenigen der Blutegel ist. Auch die riesigen, dunkelrandigen »Primitivfasern« sind an dergleichen Präparaten noch gut zu sehen, nur sind sie blasser geworden, und das an den Schnittändern ausgetretene Nervenmark hat sich in Ringeln zusammengehäuft. In den Räumen hingegen glaube ich auch eine Anzahl von senkrecht aufsteigenden Muskeln wahrzunehmen, ähnlich wie bei *Sanguisuga*. Noch einmal: nach dem äusseren Umriss erscheint die untere Gehirnportion als ungetheiltes Ganzes; die medianen Lücken gehören dem inneren Bau an.

Faivre¹⁾ hat in seiner Zeichnung des Bauchmarks nicht bloss die Ganglienschwellungen, als wären sie von einander abgesetzt, gehalten, sondern lässt auch die zwei Längsstränge in Eine Masse zusammen geschmolzen sein; beides ist (siehe S. 139, S. 145) irrtümlich. Ueber Ganglienkugeln, Nervenfasern, Neurilemm s. S. 152, 157, 154, 151, 159. Blutgefässe des Nervensystems S. 151. Nur über die riesigen »dunkelrandigen Primitivfasern« (siehe S. 154), welche an der Rückfläche des Bauchmarkes herablaufen, habe ich noch einiges nachzutragen. Ich habe schon an einem Orte²⁾ bemerkt, dass die Sorte der breiten, hellen, dunkelrandigen Nervenfasern der Insecten Blutgefässen sehr ähnlich sehen; dass das gleiche mit den fraglichen Fasern des Regenwurmes der Fall sei, wurde auch oben gesagt. Ich selber habe die letztern früher für Blutgefässe ausgegeben, denn was ich in meinen Mittheilungen über das Nervensystem der Anneliden³⁾ als Längsblutgefäss des Bauchmarkes bezeichnet, ist eine solche »Faser«. Die Aehnlichkeit zwischen einem leeren Blutgefäss und diesen Nervenfasern ist aber auch, was ich jetzt noch sehe, in der That gross. Man präparire z. B. die untere Portion des Gehirns so, dass die Dorsalseite nach oben gekehrt bleibt und auch das über dem Bauchmark verlaufende Blutgefäss in seiner Lage daran haftet, man also Blutgefäss und Nervenfasern übereinander zur Ansicht hat. Man muss hier förmlich das Blutgefäss bis dahin verfolgen, wo es wieder bluthaltig wird, um sich die Ueberzeugung zu verschaffen, dass das eine Gefäss, das andere »Nervenfasern« sei.

Claparède⁴⁾ hat übrigens vor mir diese Fasern bei *Chitellio* und *Pachydrius* wahrgenommen und als einen centralen Kanal beschrieben, der den Bauchstrang im Innern durchsetze. Keferstein⁵⁾, unter Bezugnahme auf diese Beobachtung, theilt mit, dass sich *Capitella rubicunda* ebenso verhalte. In einer neueren Arbeit hat sich aber der erstgenannte Beobachter⁶⁾ dahin ausgesprochen, das Gebilde sei kein Kanal, sondern ein aus Achsen- und Rindensubstanz bestehender Strang, den er jetzt auch den breiten Nervenfasern des Flusskrebses vergleicht. Als einen besondern Unterschied gegenüber den Elementen des Krebses giebt er an, dass sich hier bei den Lumbricinen diese Fasern nicht theilen, was ich im Allgemeinen zu bestätigen habe; am Vorderende jedoch, wie schon oben (Seite 155) bemerkt, gabelt sich deutlich die mittlere Faser für die beiden Commissuren, wobei sie sich unter den Bogen von gewöhnlichen Nervenfasern verliert, welche die oben erwähnte den beiden Commissuren angehörende Schlinge bilden (Seite 158). Weiter nach rückwärts verbinden sich die zwei äusseren Fasern durch eine Quercommissur. Ich werde gleich bei einigen der nächstfolgenden Würmer diese Nervenzüge nochmals nennen, und bemerke hier noch, dass ich die »Längsspalte«, deren früher (S. 143) von *Lumbricus* (u. *Chaetogaster*) gedacht wurde, jetzt, wie eigentlich schon aus den Mittheilungen auf S. 155 hervorgeht, für eine Partie der eigenartigen Fasern halte.

1) Faivre a. a. O. Pl. 1, fig. 2, 3. — 2) Leydig, Histologie d. Mensch. u. d. Thiere, 1857, S. 59. — 3) Archiv f. Anat. u. Phys. 1862. — 4) Claparède, *Rech. anatom. sur les Annelides* etc., in den *Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. nat. de Genève*, 1861. — 5) Keferstein, *Unters. üb. niedere Seethiere*, Ztschrift f. wiss. Zool. 1862. — 6) Claparède, *Rech. anatom. sur les Oligochètes*, ibid. 1862. Für *Capitella* jedoch besteht unser Verfasser in dem dieser Tage erschienenen Werk: *Beobachtungen üb. Anat. u. Entwicklungsgesch. wirbelloser Thiere*, 1863, darauf, dass das Gebilde ein Kanal sei.

* Bei *Lumbriculus variegatus*¹⁾, der mir hier in Tübingen, wie früher in Würzburg, in beliebiger Menge zu Gebote steht, liegt die obere Hirnportion gerade über der Mundöffnung und ihre beiden Halbkugeln scheinen mir im Verhältniss zur Körpergrösse massiger zu sein, als bei *Lumbricus agricola*. Am Bauchmark unterscheidet man die zwei Längsstränge und den gangliösen Beleg an der Unterfläche. Der letztere zieht sich continuirlich am Bauchmark herab, indem er dabei durch Häufung von Stelle zu Stelle Anschwellungen erzeugt, aber so schwach, dass man bei geringer Vergrösserung fast an einen knotenlosen Nervenstrang glauben möchte. Die Substanz der Ganglienkugeln ist zwar die gewöhnliche graue Punktmasse, doch sind häufig sowohl am Gehirn als am Bauchstrang gelbrothe Pigmentkörnchen und Klümpchen in den Ganglienkugeln wahrzunehmen. An der oberen Fläche des Bauchmarkes in der Mitte ziehen wieder die merkwürdigen hellen Züge vom Charakter dunkelrandiger Nervenfasern herab. Es sind abermals drei, von denen der mittlere Zug die breitesten und glänzendsten Conturen hat; auch ist eigenthümlich, dass die beiden äusseren Züge nach innen keine besondere Grenzscheide haben, sondern hier unmittelbar an die Linie der mittleren Faser anstossen. Diese letztere, am vorderen Ende des Bauchmarkes angekommen, gabelt sich, und die zwei entstandenen Aeste lassen sich in den Seitencommissuren des Gehirns weit hinauf, bis zur Wurzel der obern Hirnportion verfolgen. An der Theilungsstelle biegt die »Faser« wie bei *Lumbricus* unter die Schlinge von Nervenfasern, welche allgemein an dieser Stelle sich findet. Es scheint daher auch wohl, als ob »die Faser« hier plötzlich aufhöre, in Wirklichkeit aber ist sie nur durch die bogigen Querfasern verdeckt. Die zwei seitlichen Züge geben nach vorne allmählig ihr rein helles Aussehen auf und indem sie mehr zartfaserig werden, verlieren sie sich an der Gabelstelle des mittleren rein hell bleibenden Zuges, um sich der übrigen fibrillären Substanz der Hirncommissuren unvermerkt beizumischen.

Noch sei bemerkt, dass alle drei Züge schwach beginnen und nach der Mitte des Bauchmarks immer mehr sich verbreitern, worauf sie abermals nach hinten — man kann sie bis zum letzten Schwanzganglion verfolgen — sich verjüngen und zwar so, dass wieder der mittlere Zug sein vollkommen helles Aussehen behält und jetzt einer breiten dunkelrandigen Primitivfaser, etwa des Frosches, täuschend ähnlich sieht; während die zwei Seitenzüge ihre reine Beschaffenheit dabei verlieren und blassstreifig werden wie gewöhnliche fibrilläre Nervensubstanz.

Claparède²⁾ ist in seiner Beschreibung des Nervensystems in mehrer Fehler verfallen; einmal hat er den Ganglienbeleg des Bauchmarkes übersehen, obschon man sich vom Dasein desselben schon im frischen Zustande, besser noch durch Essigsäure überzeugen kann. Er lässt daher den Nervenstrang mit Ausnahme des Gehirns ohne alle ganglionären Anschwellungen sein. Dann verlegt er die eigenthümlichen hellen Längszüge in die Achse des Bauchmarkes, während sie der Rückenfläche entlang ziehen.

Ueber die von mir beobachteten Hirnnerven, sowie über den mit Flüssigkeit gefüllten (Lymph-) Raum vor dem Gehirn, welcher, wie ich gefunden, an der Kopfspitze durch eine verschliessbare Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt, siehe die citirte Abbildung.

Stylaria proboscidea. Die Anschwellungen des Bauchmarks treten hier schärfer hervor, als bei *Lumbriculus variegatus*. Auf der Rückenfläche des Bauchmarks verläuft abermals eine »dunkelrandige, helle Nervenfaser«; sie theilt sich nach vorne zu für die beiden Seitencommissuren des Gehirns, doch werden die zwei Aeste vor ihrem Eintritt in die Gehirncommissuren durch einen Querbogen verbunden. Vergl. die Figur 5, Taf. IV. in meinen Tafeln zur vergl. Anatomie. Nur am lebenden Thier und nicht ganz ohne Mühe lassen sich diese Theile verfolgen, auch muss das Auge sie schon von anders woher kennen. Die obere Gehirnportion ist wohl entwickelt; jede der Seitenhälften zieht sich nach hinten in einen Zipfel aus. Von jedem der beiden Zipfel geht ein Strang weiter rückwärts in die Musculatur des Schlundkopfes. Um zu bestimmen, ob dieser Strang ein Nerv, oder ein Band, oder ein Muskel sei, habe ich das Gehirn unseres

1) Leydig, Tafeln z. vergleichend. Anat. 1864, Taf. IV, fig. 6. (Ueber *Lumbricus agricola* vergl. auch nachträglich Walter, mikrosk. Studien üb. d. Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.) — 2) Claparède a. a. O.

Wurmes wiederholt angesehen und ich glaubte zuletzt mich überzeugt zu haben¹⁾, dass es Muskeln seien, vergleichbar den oben erwähnten Muskeln an der untern Hirnportion der Hirudineen. Es spricht hiefür besonders der Umstand, dass nach Essigsäurezusatz der fragliche heller gewordene Strang sich scharf von der gangliösen Hirnpartie absetzt. Allein ich möchte mich keineswegs mehr so sicher darüber äussern, wie früher; es ist mir vielmehr der Gedanke gekommen, ob nicht die beiden Stränge die Homologa jener Eingeweidenerven sind, welche bei *Chaetogaster diaphanus* hinter dem Gehirn auf der Rückenwand des Schlundkopfes zu einem knotigen Bogen verschmelzen. (Bewährt sich diese Deutung, so müssen auch die zwei vom Hinterrande der obern Hirnportion bei *Lumbriculus variegatus* beginnenden Stränge hieher gezogen werden.) Vorne und seitlich von der obern Hirnportion entspringt wie bei *Lumbriculus* und *Lumbricus* ein starker sich bald theilender Nerv. — Von *Tubifex rivulorum* (*Saenuris variegata*) hat d'Udekem²⁾ richtig distincte Bauchknoten gezeichnet. Auch *Nais elingus* verhält sich nach meiner Beobachtung so.

Ein zum Studium sich sehr empfehlendes Würmchen ist *Chaetogaster diaphanus*³⁾. Während man z. B. bei verschiedenen andern Lumbricinen mancherlei Präparationsweisen anwenden muss, um sich von der Duplizität des Bauchstranges zu vergewissern, so lässt sich dieses bei der grossen Durchsichtigkeit des genannten Wurmes ohne sonderliche Mühe erkennen, zumal auch die Stränge zum Theil hier weiter auseinanderstehen. Insolange nämlich das Bauchmark im Bereiche des Kopfsegmentes liegt, sind die Zwischenräume zwischen den Längs- und Quercommissuren so umfänglich, dass das Bauchmark eine wenn auch entfernte Aehnlichkeit mit einer Strickleiter gewinnt. Oskar Schmidt⁴⁾, welcher zuletzt unseren Anneliden untersuchte, hat zwar eine Angabe bezüglich des Nervensystems veröffentlicht, der zufolge, wenn sie richtig wäre, *Chaetogaster* eine merkwürdige Ausnahme von seinen Verwandten machen würde. Nach genanntem Beobachter wäre nämlich der Bauchnervenstrang »ein breites, rechts und links unregelmässig ausgeschnittenes und gezacktes Band«, und dieser Auffassung entsprechend ist auch der Anfangstheil des Bauchmarks von ihm bildlich dargestellt worden. Ich will gern zugeben, dass dem ersten Anschein nach und besonders bei Untersuchung des lebenden und sich bewegenden Thieres man den Eindruck erhalten mag, es sei der Bauchstrang in seinen beiden Seitenhälften asymmetrisch gebaut; allein genaueres Zusehen thut doch dar, dass auch hier dem Bauchmark das Ebenmaass (die Symmetrie) nicht fehle, und dass insbesondere der Anfangstheil, den O. Schmidt einfach bandartig zeichnet, eine strickleiterartige Natur an sich trage. Durch die Zwischenräume sieht man abermals Muskeln durchtreten, die zum Pharynx gehen. Im weiteren Verlaufe liegen die Längsstränge nahe beisammen, bleiben aber dennoch selbständig. Am Schwanzende stehen die Ganglien wie bei den andern Lumbricinen näher hintereinander.

Die Zahl der Kopfnerven ist grösser, als es nach den bis jetzt vorliegenden Angaben der Fall ist. Ich kann jederseits gegen sieben Stämme unterscheiden, von denen die meisten in den Seitencommissuren des Gehirns wurzeln. Das erste Nervenpaar, zunächst der mittleren Einkerbung der oberen Schlundportion ist dünn, aber seine Wurzel gangliös angeschwollen, von gleicher Art erscheint auch sein Ende an der Haut der Stirn. Der nächstfolgende Nerv entspricht nach seinem Abgangspunkt vom Gehirn und nach seiner Stärke dem Nerven der Oberlippe bei den vorausgenannten Lumbricinen; er sowie die folgenden treten zur Haut der Mundöffnung, sich dabei theilend, Geflechte und auch gangliöse Anschwellungen entwickelnd. Die Enden scheinen mit den Borsten der Mundöffnung in Beziehung zu stehen. — Die Ganglien des Bauchmarks geben jederseits einen Nerven ab, der die Hauptrichtung nach den die Leibesborsten einschliessenden Säckchen und der Hautmuskulatur nimmt. Man sieht zwar noch mehrere feine Fäden regelmässig von den Ganglien abgehen, die ich aber nicht für Nerven, sondern für Befestigungsbänder ansprechen muss. Ich kann mich dabei nicht mit O. Schmidt einverstanden erklären, wenn er sagt: »Der Bauchnerv sendet manchfache Fäden aus, welche oft von den Bauchwandungen quer dur-

1) Leydig, Das Bauchgefäss der Schmetterlinge etc. Archiv f. Anat. u. Phys. 1862. — 2) d'Udekem, Mém. cour. et Mém. d. sav. étrang. de l'acad. d. Belg. 1855. — 3) Leydig, Tafeln z. vergleichend. Anat. 1864, Taf. III, fg. 6, fg. 7. — 4) O. Schmidt, Beitr. z. Anat. u. Phys. d. Naiden. Arch. f. Anat. u. Phys. 1846.

den Körper an das Intestinum u. s. f. gehen.« Und dann fortfährt: »Ich muss nämlich alle diejenigen der feinen im Innern der Naiden wahrnehmbaren Fäden für Nerven halten, welche ganglienartige Anschwellungen zeigen und deren Zahl ist nicht gering.« Hiergegen erlaube ich mir zu bemerken, dass S. offenbar die verschiedenen ligamentösen, die Leibeshöhle durchspannenden Fäden, deren zellige Elemente er ohne weiteres für Ganglien erklärt, mit den nicht sehr zahlreichen Nerven zusammenwirft. — Das sog. Eingeweidenervensystem ist bei *Chaetogaster diaphanus* so leicht zu beobachten, dass schon Gruthuisen¹⁾ dasselbe erkannt und, wenn auch unter anderem Namen, gezeichnet hat. Man gewahrt am lebenden Thier hinter dem Gehirn auf der Rückenwand des Schlundkopfes einen knotigen (oder gangliösen) Bogen, dessen Schenkel in den Seitencommissuren des Gehirns wurzeln und bei der Bauchlage zeigt sich weiter, dass die Anschwellungen eine symmetrische Vertheilung haben, derart, dass man eine glatte mittlere Brücke und seitliche Knoten unterscheiden kann. Unter günstigen Verhältnissen bemerkt man ferner, dass zahlreiche Nerven, — es mögen jederseits gegen sechs sein — von den knotigen Bogentheilen weg sich in die Wand des Schlundkopfes vertheilen. — Ueber die wahrscheinliche Gegenwart von Muskeln im Neurilemm S. 151.

Am lebenden Thier sieht man auch noch, dass die den Schlundkopf fixirenden Muskeln einen eigenen Raum für das Gehirn freilassen; ferner sei angeführt, dass man an Thieren, welche in der Fortpflanzung durch Theilung begriffen sind, in den Tochterthieren, noch während sie im Zusammenhang mit dem Mutterthier stehen, schon einen ausgebildeten Schlundring findet. An der obren Gehirnportion, zwischen der hintern Einkerbung trifft man noch einen anscheinend kugligen medianen Theil, gerade da, wo das Rückengefäß unter das Gehirn biegt. Es wäre möglich, dass er mit diesem zusammenhängt, ja vielleicht nur der veränderte Querschnitt desselben ist und die zerstreuten, Fettpunktchen ähnlichen Körner, welche das Gebilde zu einem scheinbar soliden machen, bloss der Wand des Gefäßes angehören.

Ueber das Nervensystem von *Enchytraeus albidus* vergl. die Abhandlung Henle's²⁾. Ich finde zu bemerken, dass dort der oberhalb des Schlundes liegende Knoten übersehen ist, wesshalb nur das erste Ganglion des Bauchmarkes als Gehirn angesprochen wird. Der beträchtliche Ast, welcher von seinem vordern Rande jederseits abgeht und zusammen mit dem vordern Rande des Knotens eine halbmondförmige Figur bilden soll, ist offenbar auf die Seitencommissuren zu beziehen. Ich selber habe *Enchytraeus galba* Hofm. und *E. latus* spec. nov. untersucht³⁾. Die Gattung ist wieder ein deutliches Beispiel, wie die einzelnen Arten eines Genus im Umriss der Nervencentren von einander abweichen können. Während nämlich bei *E. latus* mit mehr kurzem und plattem Habitus die Anschwellung über dem Schlunde einen deutlich paarigen Charakter hat, so sehen wir bei der schlankeren walzigen Art *E. galba* (was schon oben S. 142 erwähnt wurde) eine unpaare, rein in der Mittellinie liegende ovale Anschwellung, ohne alle Spur einer Theilungsfurche. Auch die Knotenbildung des Bauchmarkes ist bei beiden Arten verschieden, indem bei *E. galba* zwischen je zwei der länglichen Hauptganglien sich ein kurzes rundliches Ganglion absetzt.

Am Gehirn ist der Unterschied zwischen zelliger Rindenlage und einer blass granulären Centralsubstanz, namentlich bei *E. galba*, sehr merklich. Die obere Portion des Gehirns, im Profil gesehen; nimmt sich daher fast aus wie ein Drüsenfollikel, wobei das Neurilemm der Drüsenhaut, die Ganglienkugeln den secernirenden Zellen und die Centralsubstanz abgeschiedenem Secret entspricht. Aus der Punktschicht entsteht die blass fibrilläre Masse der beträchtlich langen Seitencommissuren des Gehirns.

Was die vom Gehirn abgehenden Nerven betrifft, so habe ich bei *E. latus* von der eigentlichen gangliösen oberen Hirnpartie keinen Nerv entspringen sehen. Der erste Nerv vielmehr, welcher zunächst der Medianlinie sichtbar ist und dem

1) Gruthuisen, *Üb. Nais diaphana* u. *Nais diastrophica* mit dem Nerven- u. Blutsystem derselben, *Nov. Act. Acad. Leop. Carol. T. 14. 1828.* — 2) Henle, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1837. — 3) Leydig, *Üb. d. Nervensyst. d. Annelid.*, *Archiv f. Anat. u. Phys.* 1862. Dort sind auch (S. 94) die Merkmale der beiden erwähnten Arten vergleichend zusammengestellt. Sieh. ferner m. Tafeln z. vergleichend. Anat. 1864, Taf. IV, fig. 2, fig. 3, fig. 4.

starken oberen Gehirnnerven bei *Lumbricus*, *Lumbriculus*, *Stylaria* entspricht, kommt schon aus der Seitencommissur. Weiter nach aussen bemerke ich einen zweiten schwächeren Nerven, dann noch tiefer an der Commissur zwei Nerven, welche von der inneren Seite der Commissur kommen, ähnlich wie bei *Lumbricus* die Wurzeln für das sog. sympathische Kopfganglion, und sie mögen auch diesen gleich sein, obschon ich dann das dazu gehörige Ganglion nicht gesehen habe.

An Thieren, welche mit Essigsäure behandelt wurden, ist gut zu erkennen, wie die zellige Lage des Bauchstranges continuirlich an der unteren Seite herabläuft. Die Anhäufung der Ganglienzellen zu Knoten ist zum Theil sehr schwach. Auf der Rückenseite des Bauchstranges mangeln nicht die so eigenthümlichen hellen, dunkelrandigen Züge, die man auch hier sehr leicht für Kanäle halten kann. — Bei *E. galba* gehen von den länglichen Hauptanschwellungen des Bauchmarkes jederseits zwei Nerven ab; zwischen je zwei dieser Paare geht ein einziger jederseits weg, ähnlich wie bei *Lumbricus*; nur ist hier bei *Enchytraeus galba* für diesen Nerven das oben erwähnte kurze rundliche Ganglion gebildet, welches sich immer zwischen zwei der länglichen Hauptganglien einschiebt. Alle diese Nerven sind, was kaum besonders gesagt zu werden braucht, sehr blass. (Noch möchte ich schon an dieser Stelle eine die Gesamtanatomie dieser Thiere betreffende Beobachtung erwähnen, die ich an beiden Arten gemacht und mir von Bedeutung scheint. Ich habe sowohl bei *E. galba* als auch *E. latus* auf der Rückenfläche der Oberlippe, nahe dem vorderen Rande eine ganz deutliche Oeffnung der Haut wahrgenommen, durch welche der Innenraum des Kopfes und folglich auch die Leibeshöhle mit der Aussenwelt in Verbindung gesetzt werden kann. Die Oeffnung ist median, am todten Thier gewöhnlich von länglicher Form, bei *E. latus* gern birnförmig, auch schon am frischen Thier unzweifelhaft zu sehen, wo dann auch wohl Leibesinhalt hervorquillt. Dasselbe hatte ich vorhin von *Lumbriculus variegatus* anzuführen.)

Nereiden.

Bezüglich dieser grossen Gruppe gehen mir eigene Erfahrungen so gut als ganz ab und ich habe mich daher an die Arbeiten Anderer zu halten, namentlich sind es die überaus schönen Abhandlungen von Quatrefages¹⁾, aus denen die folgenden Einzelheiten entnommen sind. Im Hinblick auf die oben mehrmals betonte Duplicität des Bauchstranges der Anneliden lassen uns die Angaben des genannten Forschers schliessen, dass auch bei den Kiemenwürmern keine wirkliche Verschmelzung der zwei Bauchstränge zu Einem statthat, vielmehr dass ein Gesondertbleiben auch hier gesetzlich sei, obschon z. B. bei den Nereiden in ähnlicher Weise wie bei Lumbricinen ein anscheinend einfacher Nervenstrang in der Medianlinie herabläuft, wozu Q. mehrmals bemerkt, dass auch bei dieser Form des Bauchstranges die scheinbar verschmolzenen Längstränge durchaus gesondert bleiben.

Aphrodite aculeata ist es wohl gewesen, welche man aus dieser Abtheilung zuerst auf das Nervensystem untersucht hat²⁾. Gehirn ungefähr vierseitig, mit leichter seitlicher Einbiegung, an der hintern Partie jederseits mit einem sehr kurz gestielten rundlichen Lappen. Drei Antennennerven, zwei sehr kurze Augennerven. Gehirncommissuren gleich nach ihrem Weggang vom Gehirn mit gangliöser Anschwellung, aus der ein Nervenfaden abgeht. Bauchmark mit distincten Ganglien, nach dem Kopf zu dick und lang; drei seitliche Nervenpaare zu den Füsschen, der Hautmusculatur und der Haut. Die Fussnerven mit peripherischem Ganglion. Das Visceralsystem bildet mehrere Ganglien mit ausstrahlenden Nerven an den verschiedenen Partien des Rüssels und steht mit der Hirncommissur in Verbindung. Der *Nervus recurrens* Cuvier's ist das erste Paar der Fussnerven.

Polynoe squamata. Gehirn von dreieckiger Form; Spitze nach vorn, die Basis stark angeschwollen und zweilappig, auf ihr die Augen. Drei Antennen-

1) Quatrefages, *Annal. d. scienc. natur.* 1844, 1849, 1850. (*Nereis*, *Eunice*, *Glycera*, *Hermella*, *Chloroasma*, *Johnstonia*, *Nephtys*, *Phyllodoce*, *Goniada*, *Malacooceros*, *Aonia*, *Lygidice*, *Aphrodite*, *Polynoe*, *Cirratulus*, *Arenicola*, *Clymene*, *Aricinella*, *Terebella*, *Sabella*, *Loobranchus*, *Protula*, *Vermilia*.) — 2) Man vergl. Pallas, *Miscell. zool.* 1766, tab. 7, fig. 9. Cuvier, Vorlesgen üb. vergl. Anat. 1809; Treviranus, *Ztschrift f. Phys.* 1829.

nerven. Hirncommissur mit kleinem Ganglion gleich nach dem Ursprung; aus ihm ein Nerv zu den Kopfcirrhcn. Aus den Anschwellungen des Bauchmarkes entspringt jederseits nur Ein Nerv ¹⁾.

Nereis regia. Gehirn vierseitig, vorn breiter als hinten, mit starker medianer Einkerbung, unten eben, oben gewölbt. Von ihm kommen die Nerven zu den mittleren und äusseren Antennen, sowie zu den Augen. Das erste Paar (zu den mittleren Antennen) hat eine gangliöse Anschwellung. Augennerven sehr kurz. Hirncommissuren jederseits doppelt, in einer gemeinsamen Scheide liegend. Die eigentliche Commissur mit einem Ganglion gleich nach ihrem Ursprung aus dem Gehirn; die Nerven des Ganglions gehen zu den innern Tastcirrhcn. Ehe die Commissur die untere Hirnportion (erstes Ganglion des Bauchmarkes) erreicht, gehen nach innen die zwei Wurzeln des Visceralsystems ab. Die accessorische Commissur hat halbwegs ein Ganglion und davon abgehende Nerven und ein zweites an ihrem oberen Ende. — Bauchmark mit so viel Anschwellungen, als Leibesringe da sind. Aus den Ganglien selbst jederseits ein Nerv zu den Füsschen mit peripherischen Ganglien; aus den Commissuren, die übrigens auch den Beleg von Nervenzellen haben, jederseits zwei Nerven vorzüglich in die Scheidewände der Leibeshöhle. Das Visceralsystem bildet ein sehr entwickeltes Nervennetz mit Ganglien auf der innern und äussern Fläche der Mund-, Zahn- und Schlundregion des Rüssels und erstreckt sich bis ans Ende des Schlundes und zu den ersten Ausbuchtungen des Darmkanals.

Johnstonia prolifera. Nervensystem vom Typus der Nereiden. Die äusseren Antennennerven mit Endganglion, aus dem feine Nerven ausstrahlen. Hirncommissuren jederseits doppelt. Bauchmark ein etwas breites Band, die Anschwellungen sehr nahe hintereinander. Jederseits zwei Seitennerven.

Nephtys bononiensis. Gehirn von seltener Form: es besteht aus zwei Gruppen von hintereinander gelagerten Ganglien, d. h. aus dem eigentlichen in der hintern Kopfpartie sich befindenden Gehirn und einzelnen nervösen Massen, welche davor liegen und die Antennennerven abgeben. Hirncommissuren einfach mit Ganglion, aus dem die Nerven des ersten Fusspaares kommen. Bauchmark breites Band mit schwachen Einschnürungen; die Seitennerven zeigen hier die stärkste, eine fast pinselförmige Zerteilung.

Cirrhatulus fuscescens. Hirncommissuren sehr lang, so dass verhältnissmässig dieser Wurm den weitesten Schlundring hat. Bauchmark ganz eigenthümlich: im unverletzten Zustande ein Band von geraden Rändern und gleicher Dicke nach seiner ganzen Ausdehnung. Näher untersucht besteht es aus einer doppelten Ganglienkette (mit Quer- und Längscommissuren), eingebettet in eine besondere gelbliche Substanz und umschlossen von einer Scheide. Eine ähnliche Organisation hat auch *Clymene truncata*.

Arenicola piscatorum. Eine erneute Untersuchung namentlich des Gehirns des Sandwurmes wäre sehr wünschenswerth, da die darüber vorhandenen Angaben auf ungewöhnliche Verhältnisse schliessen lassen. Die obere Portion des Gehirns wurde von mehreren Beobachtern vermisst, hingegen von Rathke, Frey und Leuckart²⁾ gefunden, ohne dass sie aber die Gestalt näher bezeichneten. Quatrefores, welcher das Gehirn ebenfalls sah, beschreibt es als eine einzige, ungetheilte Masse in der Endspitze des Kopfes. Dem widerspricht aber Mettenheimer³⁾: es bestehe vielmehr aus zwei dicht nebeneinander liegenden, blass bräunlich gelben, halbmondförmigen Körperchen. Die mikroskopische Analyse des Gehirns werde durch die Festigkeit des Gewebes sehr erschwert, das Gehirn liege in die Hautmuskeln eingesenkt und sei mit der Haut fest verwachsen; diese bilde über dem Gehirn nur eine dünne Schicht und das Gehirn rage als Knötchen über die äussere Körperoberfläche hervor. — Am Bauchmark stehen nach Quatrefores die länglichen Ganglienanschwellungen weit auseinander, jede mit zwei

1) Quatrefores, a. a. O. Pl. 9, fig. 1. — 2) Frey u. Leuckart, Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere, 1847. — 3) Mettenheimer, Beobachtgen üb. niedere Seethiere, Abhandlgen d. Senkenberg'schen naturf. Gesellsch. Bd. III, 1859—1861. Auf Taf. X. fig. 11 stimmt die Zeichnung des Gehirns übrigens wenig mit den Worten des Textes überein, denn der dort gelb colorirte und mit c bezeichnete Theil (sollte nach dem Text a tragen) besteht jederseits aus vier distincten Abtheilungen; das Gehirn hätte somit eine sehr complicirte Form.

Paar Seitennerven. Einige histologische Notizen über den Bauchstrang bei Mettenheimer.

Turbella conchilega. Die beiden Gehirnganglien spindelförmig; Gehirncommissuren sehr kurz, daher der ganze Schlundring eng. Das Bauchmark verschieden in der Thoracalabtheilung und in der Bauchpartie: in ersterer einfach, wie bei den Nereiden, in der zweiten rücken die beiden Längsstränge mit ihren Ganglien auseinander, so dass die Längs- und Quercommissuren selbständiger werden.

Sabella flabellata. Gehirn von der seltenen Form, dass es aus vier Ganglien besteht; Nerven zum Kopfsegel, zu den Kiemen, zum Auge. Hirncommissur sehr eng. Bauchmark von der Strickleiter-Form durch den ganzen Körper, doch so, dass sich die Längsstränge nach hinten zu etwas mehr nähern.

Serpula contortuplicata. Von den Seiten des Gehirns ein beträchtlicher Nervenstamm in die Kiemen, ein Ast davon in das Operculum. Am Bauchmark die Längsstränge im Thorax sehr weit auseinander, im Abdomen näher beisammen; ihre Ganglien im Thorax grösser als im Abdomen.

Hermella. Gehirn zwei längliche Anschwellungen; vom vordern Rand zwei Nervenpaare; auf dem Gehirn zwei Augenpunkte. Von der Hirncommissur und dem ersten Bauchganglion entspringen jederseits fünf Nerven und von der innern Fläche fünf bis sechs Wurzeln des visceralen Systems. Bauchmark durch den ganzen Körper doppelt; die Längsstränge ausser den Hauptganglien noch jedesmal mit einem accessorischen, kleineren Knoten. In den drei ersten Ringen des Thorax das Haupt- und Nebenganglion jeder Seite fast miteinander verschmolzen.

Auf die histologischen Fragen haben sich die Zergliederer der Kiemenwürmer wenig oder gar nicht eingelassen, und es steht hier noch ein weites Feld für die Untersuchung offen. Ich finde z. B. bei *Quatrefages* nur bemerkt, dass da und dort die beiden Substanzen des Nervensystems sich gut von einander absetzen, indem die eine von ausgesprochen weisser Farbe sei, die andere braunröthlich, so z. B. am Gehirn von *Aphrodite aculeata*; dann wird bemerkt, dass bei den Nereiden die gangliöse Substanz den Bauchstrang nach seiner ganzen Länge begleite, dass aber die scheinbar verschmolzenen Längsstränge durchaus gesondert bleiben. Gehirn und Ganglien seien öfter von einem sehr festen fibrösen Gewebe umgeben und ich darf wohl im Hinblick auf die Muskellagen, die ich im Neurilemm der Hirudineen und Lumbricinen nachwies, die Vermuthung aussprechen, dass in dem »festen, fibrösen Gewebe« zum Theil solche contractile Elemente sich ebenfalls finden werden. Endlich möchte der nächste Beobachter von *Cirrhatulus* und *Clymene* die von Q. angezeigte eigenthümliche Substanz ins Auge zu fassen haben, welche in grösserer Menge sich zwischen Neurilemm und der Nervensubstanz ausbreitet und vielleicht der körnig-zelligen Masse zwischen äusserem und innerem Neurilemm bei *Sipunculus* (s. unten) entspricht.

In einem jüngst erschienenen Werk macht *Claparède*¹⁾ auf das sonderbar gestaltete Nervensystem von *Sphaerodorum Peripatus* Gr. aufmerksam. Sollten nicht die dort beschriebenen »merkwürdigen Anhänge« der Nervencentra mit den Anhängen am Gehirn der Asseln vergleichbar sein, welche ich (s. unten) aufgefunden habe.

Das Nervensystem der eigenthümlichen Gattung *Peripatus* kommt am meisten mit dem der Serpulen und Sabellen überein, indem die zwei vom Gehirn entsprungenen Längsstränge etwa um das fünffache ihrer Breite auseinander bleibend, aber unter sich durch Commissuren verbunden, parallel bis zum Ende des Körpers ziehen und dort durch einen Bogen ineinander übergehen. Sie sind auffallend glatt, ohne Anschwellungen und ihre Seitennerven sehr zahlreich. Vergl. die Abhandlung *Grube's*²⁾.

Ueber *Tomopteris*, die wohl ebenfalls den Anneliden zugehört, lauten die Angaben verschieden. *Busch*³⁾ sah ein Gehirn in Form von zwei zusammenhängenden, aus runden Zellen bestehenden Kugeln. Abgehende Nerven wurden nicht bemerkt. Ob ein Bauchmark da sei, blieb zweifelhaft. *Grube* hingegen⁴⁾ will ein Bauchmark deutlich erkannt haben. Es seien zwei dicht nebeneinander liegende Stränge, vorn einen Schlundring bildend, ohne weitere Anschwellungen.

1) *Claparède*, Beobachtgen üb. Anat. u. Entwicklungsgesch. wirbelloser Thiere, an der Küste der Normandie angestellt, 1865. — 2) *Grube*, Arch. f. Anat. u. Phys. 1863. — 3) *Busch* ibid. 1847, S. 185. — 4) *Grube*, ibid. 1848, S. 457.

doch durch Querstreifen in kurzen Abständen wie gegliedert, nach rechts und links Nervenfasern aussendend. Die neuesten Beobachter Leuckart und Pagenstecher¹⁾ endlich berichten, dass sie von dem Nervensystem mit Bestimmtheit nur einen zweilappigen Hirnknoten aufgefunden haben. Derselbe entsende ausser den Commissuren des Schlundringes jederseits einen anscheinlichen Stamm nach vorn, in die Stirnlappen und seitlich in die Borstencirren.

Sternwürmer (Gephyrea).

Das Nervensystem des *Sipunculus* hatte theilweise schon delle Chiaje²⁾ nachgewiesen, dann wurde es später von Grube³⁾ wieder erkannt und zum Blutgefässsystem gerechnet. Krohn⁴⁾ stellte das Nervensystem dieses Thieres ausser allen Zweifel. Blanchard⁵⁾ gab eine bildliche Darstellung, auf der als Repräsentant eines Eingeweidennervensystems ein langer, den Nahrungskanal begleitender Faden zu sehen ist. Gegen die Existenz desselben erhob Quatrefages⁶⁾ Einsprache: das Eingeweidennervensystem bestehe aus einer Reihe kleiner Knoten, in welche ein von den Commissuren kommender Nerv anschwillt, dessen Fäden sich in den Rüssel verlieren. Den Grube'schen Darmnervenfaden hatte Herm. Meyer⁷⁾ als einen *Musculus suspensorius intestini* erkannt. In jüngster Zeit haben Keferstein und Ehlers⁸⁾ den *Sipunculus* untersucht. Das Gehirn trägt an der Hinterseite räthselhafte cylindrische Läppchen. Von den Seitennerven des Bauchstranges geht ausser zu den Muskeln je ein Ast zu den Hautdrüsen. Vom Bauchstrang meldet Krohn, dass derselbe nach seiner ganzen Länge von einer Scheide, die ein Blutgefäss vorstelle, lose umgeben werde, der Nervenstrang also in ähnlicher Weise wie bei manchen Hirudineen von einem Blutgefäss eingehüllt sei. K. und E. stimmen dieser Auffassung nicht bei. Nach ihnen besteht der Bauchstrang aus zwei ineinander liegenden Abtheilungen; die äussere ist nur aus dicht aneinander stossenden klaren Zellen zusammengesetzt, bei der innern kommen ausser Körnchen auch noch einige faserige Elemente hinzu; die Hülle des Ganzen besteht aus platten Zellen und trägt aussen in gesonderten Haufen Büschel von Cilien. Ein Blutgefäss könne die äussere Abtheilung nicht sein, da zwischen ihr und der inneren Abtheilung gar kein Hohlraum sich finde, sondern die erwähnten dicht gedrängten Zellen. Blutgefässe seien überhaupt nicht aufzufinden gewesen.

Ich habe an einem schon lange in Weingeist aufbewahrten Individuum den Bauchstrang und das Schwanzganglion mit Hülfe von Essigsäure und Kalilauge untersucht und dabei die schon oben (S. 189) vorgebrachte Beobachtung gemacht, dass der Bauchstrang kein gedoppelter, sondern ein einfacher sei. Krohn, der frische Thiere vor sich hatte, lässt das Bauchmark aus zwei Seitenhälften bestehen, die durch eine seichte Furche von einander getrennt seien. Von dieser Furche konnte ich nicht nur nichts bemerken, sondern an Querschnitten durch das Bauchmark sah man bestimmt, dass das (innere) Neurilemm die nervöse Substanz keineswegs in zwei Züge sonderte, sondern sie umschloss als einfaches Rohr die Nerven-elemente. Mit andern Worten, es war kein gedoppelter, sondern ein einfacher Bauchstrang zugegen. Das äussere Neurilemm (Blutgefäss bei Krohn, äussere Abtheilung des Bauchstranges bei Keferstein und Ehlers) bildet ein geräumiges Rohr, aus welchem das eigentliche Bauchmark an Querschnitten oft weit heraussteht. Zwischen innerem und äusserem Neurilemm lagerte eine körnig-zellige Masse. Im Hinblick auf den feineren Bau der beiden Neurilemme wollen meine Beobachtungen nicht mit den Angaben der beiden zuletzt genannten Autoren, welche sie aus platten Zellen zusammengesetzt beschreiben, stimmen, vielmehr sehe ich, dass beide aus fester homogen-streifiger Bindesubstanz bestehen, unterhalb welcher das äussere Neurilemm Züge von Längsmuskeln (S. 151) aufweist, die auf dem Schwanzganglion in Geflechte sich ausbreiten. Ich wiederhole, nur das äussere Neurilemm hat Muskeln. Am Schwanzganglion nehme ich zwischen den

1) Leuckart u. Pagenstecher, ibid. 1858, S. 591. — 2) delle Chiaje, *Mem. su la storia et anatomia degli animali senza vertebre* Vol. I, p. 15. — 3) Grube, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1837. — 4) Krohn, ibid. 1839. — 5) Blanchard im *Régne animal illustré, Zoophytes*.

— 6) Quatrefages, *Ann. d. sc. nat.* 1850, p. 374, Pl. 9, fig. 8 e. — 7) Herm. Meyer, *Zuch. f. wiss. Zool.* 1849, S. 268. — 8) Keferstein u. Ehlers, *zoologische Beiträge*, 1861. Vergl. hierzu Leydig, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1863, S. 97, 106; Taf. z. vergl. A. T. 1, fig. 9. Leydig, *Bau des thierischen Körpers*.

Muskelgeflechten grosse helle Zellen wahr, denen man wohl die Bedeutung von Binde-substanzzellen zuschreiben darf. Ob der Raum zwischen äusserem und innerem Neurilemm die Lichtung eines Blutgefässes ist, wie Krohn dafürhält, ist mir mehr als unwahrscheinlich, und ich möchte die Vermuthung aussprechen, dass man es eher noch mit einem Bau des Nervenstranges zu thun habe, wie er sich nach Quatrefages bei einigen Nereiden (S. 176) vorfindet, da auch dort eine eigenthümliche Materie zwischen Neurilemm (worunter wohl ebenfalls das äussere Neurilemm gemeint ist) und der Nervensubstanz in grösster Menge sich ausbreitet. Bei *Sipunculus* bleibt die körnig-zellige Masse, welche zwischen den beiden Neurilemmen lagert und dem Bauchstrang im frischen Zustande eine röthliche Farbe giebt, beim Abstreifen des äussern Neurilemms ziemlich fest dem innern Neurilemm angeklebt; doch fällt sie auch wohl auf ganze Strecken vollständig aus, so dass ein scharf begrenzter Hohlraum rings um die eigentliche Scheide des Bauchmarkes vorliegt. — Die nervöse Substanz des Bauchmarkes, insoweit sie an einem Weingeistexemplar beurtheilt werden kann, ist von ähnlicher Art, wie bei den Lumbricinen. — In dem dicken Neurilemm der Seitennerven lassen sich ebenfalls Längsmuskeln nachweisen. Sie sind vom Aussehen heller Bänder, wie die Muskeln der Regenwürmer.

Ueber *Sternaspis thalassemoides* vergl. Krohn¹⁾.

Ueber *Echiurus* s. Quatrefages²⁾. Dass auch hier der Bauchstrang einfach und nicht gedoppelt sein möge, lässt sich aus den Angaben des genannten Forschers ersehen. Er sagt, die Structur des Bauchstranges scheine ihm bei diesem Thiere einige Aufmerksamkeit zu verdienen, da, im Falle seine Beobachtungen richtig seien, hier die zwei Nervenfasern, welche gewöhnlich die Bauchganglien der Gliederthiere untereinander verbinden, vollständig zusammengeschmolzen seien. Er habe niemals mehr als Einen Faserbündel unterschieden und Nichts gesehen, was an eine Trennungslinie erinnert hätte. Wenn man ferner liest, dass bei *Echiurus* der Bauchstrang und die abgehenden Aeste von einer dicken, derben weissen Hülle umgeben seien, so darf man es für wahrscheinlich halten, dass *Echiurus* auch wie *Sipunculus* ein muscloses Neurilemm haben wird, was hiermit einer Untersuchung empfohlen sein mag.

Ueber *Bonellia viridis* verdanken wir Lacaze-Duthiers³⁾ eine vorzügliche Arbeit. Nach seiner Darstellung zu schliessen ist der knotenlose rein cylindrische Bauchstrang wie bei *Sipunculus* und *Echiurus* einfach und nicht aus zwei Längshälften zusammengesetzt. Derselbe erstreckt sich vom Mund bis zum After, giebt dabei rechts und links zahlreiche Seitennerven ab, die ziemlich untereinander parallel verlaufen und sich wenig zertheilen. Hinter der Mundöffnung theilt sich der Strang, ohne aber sich vor dem Mund zu vereinigen und zu einem Gehirn anzuschwellen, vielmehr tritt jeder für sich in den Seitenrand des Rüssels ein, denselben nach seiner ganzen Länge durchlaufend, so dass beide Aeste zuletzt schlingenförmig ineinander übergehen. Es wäre demnach hier der ganglienlose Schlundring ungewöhnlich weit. Die zwei den Rüssel durchziehenden Aeste geben, wie es den Anschein hat, keine Nervenfasern ab, bevor sie den vordern Rand der Rüsselhörner erreicht haben, wo sie dann, um gleichsam diesen Theil zu einem Tastorgan zu erheben, sehr zahlreiche Aeste in denselben ausstrahlen. Der Munddarm und der Fruchthälter bekommen mehrere Nerven zweige von dem vordern Partie des Bauchmarkes.

1) Krohn, Arch. f. Anat. u. Phys. 1842, S. 428. — 2) Quatrefages, im *Régne animal illustré*, Zoophytes, dann Ann. d. sc. nat. T. VII, 1847. — 3) Lacaze-Duthiers, Ann. sc. natur. Tom. X, 1858.

II. Gliederfüssler (Arthropoda).

Krebse. — Spinnen. — Insecten.

Man kann in den Ringelwürmern zusammen mit den Krebsen, Spinnen und Insecten nur Einen Typus erblicken, wie denn auch Cuvier sie seiner Zeit unter dem Begriff der Gliederthiere vereinigt hat.

Wäre die äussere Haut der Ringelwürmer in ähnlicher Weise erhärtet, wie bei den andern genannten Gruppen, wodurch die Segmentbildung eine schärfere, wenn man will, bleibendere Ausprägung erlangt, so würde wohl die Verwandtschaft der beiden Thierkreise eine noch augenfälliger sein. Wir können aber immerhin als Merkmale ihrer Zusammengehörigkeit betrachten, einmal dass der Körper der Anneliden in Ringel zerfällt, dann auch dass das Nervensystem bei beiden grossen Hauptabtheilungen sich in der Hauptsache gleicht.

Grundzüge des Nervensystems. Sehen wir nämlich von den Rotatorien, über deren Stellung im System man noch verschiedener Meinung ist, ab, so bleiben bei den übrigen Arthropoden die Grundzüge des Nervensystems dieselben, wie bei den Anneliden.

In der Mittellinie des bilateral angelegten Körpers, auf der Bauchseite, zieht eine Ganglienkette hin, aus deren Knoten die Nerven zu den verschiedenen Organen gehen¹⁾. Indessen treten jetzt gewisse Abänderungen auf, die man theilweise auch wohl als eine höhere Ausbildung ansehen darf; wobei aber wohl zu beachten, dass die höhere Entwicklung des Nervensystems nicht in durchaus gleichmässig fortlaufender Weise geschieht, sondern da und dort wieder etwas zurücksinkt. Für einen Fortschritt in der Entwicklung dieses Systems müssen wir es halten, wenn eine Anzahl von Markknoten mehr oder weniger untereinander verschmelzend, zusammenrückt, um grössere centrale Massen entstehen zu lassen.

Will man bestimmter gefasst wissen, an welchem Theil des centralen Nervensystems diese gegenüber den Anneliden einen höheren Grad der Ausbildung bezeichnende Consolidirung statthabe, so möchte anzugeben sein, dass immer nur der unter dem Darm liegende Abschnitt hier in Betracht komme, das eigentliche Bauchmark, indem der über dem Schlund ruhende Theil oder das Gehirn schon bei manchen Fühlerwürmern mit entwickelten Sinnesorganen dem Gehirn der meisten Arthropoden an Umfang kaum nachsteht.

In dem massig verkürzten Bauchmark findet demnach die höhere Entwicklungsstufe des Nervensystems bei den Arthropoden zunächst seinen Ausdruck. Es ist eine gewisse Unterordnung verschiedener Leibesringe unter einige Hauptsegmente eingetreten; nicht jeder Ringel hat die Selbständigkeit mehr wie am Leibe der Anneliden. Aus dem Abdomen haben die Ganglien

¹⁾ Es giebt Arthropoden, bei denen man dieses Bauchmark schon äusserlich, durch die Hautbedeckungen hindurch mit freiem Auge unterscheiden kann. Sieh. unten „Insecten.“

sich selbst häufig zurückgezogen, so dass dann nur Kopf und Thorax solche Centren umschliessen.

Unter allen Arthropoden haben, wie mir scheint, die langgeringelten Tausendfüssler (*Julus*) die Tracht der Ringelwürmer, namentlich der Lumbricinen am besten bewahrt und es spricht daher nicht wenig zu Gunsten des vorhin aufgestellten allgemeinen Satzes, dass auch bei dieser Gruppe das centrale Nervensystem eine überraschende Aehnlichkeit mit dem der Regenwürmer aufweist. Um ferner noch einige andere bestätigende Beispiele hervorzuheben, so durchzieht den Leib der Scolopender, der Schmetterlingsraupen und Larven vieler andern Insecten ein langstreckiges Bauchmark, dessen Knoten in Abständen sich folgen, und Niemand kann auch hiebei verkennen, dass die Gestalt aller dieser Thiere lebhaft an den Typus der Würmer erinnert.

Thiere hingegen wie der Flusskrebs oder der Scorpion, an deren Vorderkörper die Ringe zu einem gemeinsamen Panzerschild, dem Cephalothorax sich verbunden haben, während der Hinterleib in deutliche Gürtel getheilt bleibt, zeigen innerhalb ihres Cephalothoraxes eine gewisse Centralisation des Nervensystems, während in dem frei beweglichen Abdomen eine rein gegliederte Ganglienreihe sich erhält. Nicht minder können die Veränderungen, welche das Bauchmark vom Raupenstadium durch die Puppe zum Schmetterling erfährt, hier angezogen werden.

Endlich kommt den kurz gebauten, gedrunghenen Krabben, den ächten Spinnen, den Phalangien, Zecken etc. ein Bauchmark zu, an dem Commissuren und Ganglien zu einer einzigen, rundlichen Markmasse verschmolzen sind, aus der strahlig die Nerven für Brust und Hinterleib entspringen.

Gestaltung des Nervensystems abhängig von der Gesamtorganisation. Es ist somit in gewissem Sinne richtig, zu sagen, die Form des Nervensystems hängt ab von der Körpergestalt, aber richtiger scheint es mir, sich so auszudrücken: die Gestaltung des Nervensystems hängt ab von der Gesamtorganisation des Thieres. Grosse sessile Augen bedingen (z. B. bei Hyperien¹⁾) ein grosses Gehirn, dieses zusammen einen grossen Kopf, aber der letztere ist doch nicht das bedingende gewesen für ein grosses Gehirn, sondern umgekehrt. Mächtige Bewegungswerkzeuge auf eine Körpergegend, Brust z. B. concentrirt, verlangen für die starke Musculatur starke Nerven, diese bedingen starke Herde, von denen sie ausgehen, also eine grosse Nervenmasse im Thorax. Mithin bestimmt die Gesamtorganisation, wenn man will, die Idee, welche in jeder Thierform ausgedrückt ist, oder mit Darwin zu reden, die Abstammung, die Gestaltung des Nervensystems.

Recht schlagend ist hiefür z. B. *Glomeris*²⁾. Dieser Vielfuss sieht einer Assel so ähnlich, dass ihn viele ältere Systematiker damit zusammenwarfen. Er müsste demnach, wäre er den Asseln so sehr verwandt, auch ein ähnliches Nervensystem haben. Diess ist, obchon es von einem früheren trefflichen Untersucher des Thieres (Brandt) behauptet ward, völlig unrichtig. Das Thier hat vielmehr das eigenthümliche von dem der Asseln so sehr verschiedenen Nervensysteme der Juliden. Insofern seine ganze übrige Organisation dem Bauplane dieser Gruppe folgt oder mit ihr einen gemeinsamen Stammvater hat, muss auch das Nervensystem diesem Plan sich

1) S. unten „Amphipoden.“ — 2) Näheres s. unten bei „Myriapoden.“

fügen, trotzdem dass bei dem flüchtigen Blick das Thier gewiss eine Aehnlichkeit mit Asseln hat.

Bestätigend für diese Ansicht sind auch viele Dipteren, Oestruslarven insbesondere, bei denen für das höchst concentrirte Bauchmark in der äussern Körpergestalt kein bedingender Grund vorliegt. Noch viele andere Insecten sind von gestreckter Körpergestalt und haben ein verkürztes Bauchmark, während andere kurzleibige Thiere, ja mitunter fast von Kugelform, ein langgegliedertes Nervencentrum besitzen.

Körpergestalt und Umriss des Nervensystems können somit zwar häufig aneinander bezogen werden, aber in vielen Fällen hängt die Gestaltung des Nervensystems offenbar von noch andern Einflüssen ab.

Um daher noch einmal auf die Frage, worin das eigentlich unterscheidende Merkmal im Nervensystem der Arthropoden verglichen mit dem der Ringelwürmer liege, zurückzukommen, so scheint es mir gerechtfertigt, dies darin zu finden, dass bei der ersteren Thiergruppe die Herrschaft des Nervensystems über den Körper von einem entschiedenen Hauptcentrum, das im Vorderkörper seinen Sitz hat, ausgehe; die Selbständigkeit der übrigen Ringe, welche bei den Anneliden noch gross ist, hingegen abgenommen hat.

Wenn wir uns das Nervensystem der Schmarotzerkrebse z. B. von *Caligus*, sowie der Cyclopiden und Sapphirinen betrachten, so könnte wohl vom Standpunkt der vergleichenden Anatomie die Frage aufgeworfen werden, ob der unter dem Schlund gelegene und das ganze Bauchmark vorstellende Knoten dem zwar auch verkürzten, aber doch massig entwickelten Bauchmark, z. B. der Spinnen, gleichzustellen sei, oder ob man nicht vielmehr zugleich bei den genannten Krebsen ein Zurückgehen der Nervenmasse, also eine Verkümmernng zu erblicken habe?

Es dürfte schwierig sein, hierauf bestimmt zu antworten. Ich wäre nicht geneigt, mich zur letzteren Ansicht zu bekennen, besonders dann nicht, wenn ich die Gattung *Argulus* mit *Caligus* zusammenstelle. Bei beiden zeigt das Gehirn verhältnissmässig so ziemlich gleiche Entwicklung, das Bauchmark hingegen von *Argulus* ist ein deutlich gegliedertes, aber schon von so gedrängtem Habitus, dass nur noch ein Schritt genügt, um zu der Form des Bauchmarks von *Caligus* zu gelangen. Noch mehr als die Schmarotzerkrebse würden die eigentlichen Milben, bei denen man zum Theil nur ein Ganglion am Schlund als Inbegriff des ganzen Nervensystems sieht, zu solcher Betrachtung Anlass geben.

Zahl der Bauchmarksganglien. Man glaubte früher, als noch nicht sehr viele Arthropoden untersucht worden waren, den Satz aufstellen zu können: die Zahl der Ganglien und die Zahl der Leibesringe stehen in Uebereinstimmung. Allein dieses vermeintliche Gesetz musste im Laufe der Zeit so erweitert werden, dass es seine Bedeutung völlig eingebüsst hat. Ja genau genommen möchte ich die Frage, ob es denn überhaupt einen Arthropoden giebt, bei dem die Anzahl der Segmente und die Anzahl der Knoten des centralen Nervensystems zusammenfallen, geradezu verneinen. Meines Wissens

ist die Zahl der centralen Ganglien immer geringer, als die der fre beweglichen Leibesringe. (Vergl. auch S. 140.)

Arthropoden mit besonders zahlreichen Ganglien sind die Tausendfüssler, bei denen auch noch beobachtet wurde, dass während des Wachstums des Thieres und Zunahme der Zahl der Leibessegmente auch die Zahl der Bauchmarksknoten sich vermehrt. Unter den Krebsen zeichnet sich die Gattung *Apus* durch ungewöhnlich hohe Zahl der Bauchmarksknoten aus.

Arthropoden ohne oberes Schlundganglion. Eine Frage von all gemeiner Bedeutung ist weiter die, ob es Arthropoden giebt, die zwar ein Bauchmark, aber kein Gehirn, d. h. keine über den Schlund gelagerte Nervenpartie haben. Gerade dieser Theil des Nervensystems ist es, welcher mitunter etwas schwierig herauszusetzen ist, wesshalb denn auch selbst über grössere Arthropoden, wie z. B. über *Phasma*, über die Scorpionen sich längere Zeit Angaben erhalten konnten, denen zu Folge diese Nervenpartie fehlen sollte. Auch jetzt noch liegen über verschiedene niedere Krebse Angaben vor, welche einen solchen Mangel behaupten. Gleichwohl glaube ich die Ansicht aufstellen zu dürfen, dass dergleichen Ausnahmefälle kaum existiren.

Nach meiner Meinung sind unvollständige Beobachtungen die Ursache gewesen, wenn z. B. manchen Schmarotzerkrebsen das Gehirn (Markband) abgesprochen wird. Ich habe z. B. von einigen Arten *Caligus* schon vor längerer Zeit ein deutliches Gehirn wahrgenommen¹⁾. Wenn es Arthropoden ohne Gehirn geben sollte, so müssten diess die Tardigraden²⁾ unter den Arachniden sein, denn die vorzügliche Darstellung des Nervensystems dieser Gruppe durch Doyère lässt nicht wohl den Zweifel zu, dass er das Bauchmark in allen seinen Theilen erkannt und doch das Gehirn sollte übersehen haben. Selbst bei den eigentlichen Milben mit äusserster Reduction des Bauchmarkes hat man sich überzeugt, dass der Schlund das centrale Ganglion durchbohrt, somit auch hier eine dem Gehirn entsprechende oder obere Partie keineswegs fehlt.

Gliederung des Gehirns. Die niedrigste Form des Gehirns stellt ein einfaches Markband vor, das sich vom vorderen Ende des Bauchmarks um den Schlund herüberzieht. Häufiger erscheint diese Nackenschlinge paarig verdickt und erhebt sich so zu derjenigen höheren Stufe der Ausbildung, welche wir als die weitaus gewöhnlichste bei Krebsen, Spinnen und Insecten kennen. Das Gehirn besteht jetzt aus zwei rundlichen oder ovalen Anschwellungen, quer über dem Schlund gelagert.

Dieser paarige Charakter des Gehirns scheint sich sehr beständig zu erhalten und ich möchte in Zweifel ziehen, ob es in der That Fälle giebt, wo die beiden Hälften so nahe zusammenrücken, dass jede Spur des Doppeltseins, mithin jeder Rest von einer vorderen oder hinteren Einkerbung schwindet und das Gehirn eine einzige rundliche Wölbung geworden wäre.

Früher konnte *Pentatoma grisea* nach den Untersuchungen Dufours als Beispiel aufgeführt werden, allein durch Blanchard³⁾ wissen wir jetzt,

1) S. unten „Entomostaceen (Parasiten)“. — 2) S. unten „Tardigraden“. — 3) S. unten „Hemipteren“.

dass genannte Wanzenart keineswegs diese, sondern die gewöhnliche zweilappige, also paarige Gehirnform hat. Am ehesten kommt es vielleicht noch bei den Milben zur Bildung eines wirklich einfachen Hirnknotens. Unter den Anneliden ist, wie ich gezeigt habe, *Enchytraeus galba* ¹⁾ durch ein solches Gehirn ausgezeichnet.

Bei vielen Arthropoden bleibt das Gehirn nicht in der vorhin erwähnten primären Form; es vergrößert sich nicht blos, sondern vermannigfaltigt auch seine Gestalt.

Zunächst geschieht diess dadurch, dass für die vom Gehirn ausgehenden Sinnesorgane Anschwellungen oder Lappen sich hervorgebildet haben. Die Antennen sind, was später erörtert wird, sehr wahrscheinlich der Sitz des Geruchsinnes und gleichwie bei den Wirbelthieren allgemein besondere Riechlappen (*Lobi olfactorii*) zugegen sind, so kommen auch bei zahlreichen Arthropoden die Nerven für die Antennen aus besonderen, der Vorderfläche des Gehirns aufsitzenden Verdickungen oder zitzenförmigen Fortsätzen.

Dieselben sind schon bei manchen Käfern (*Dytiscus marginalis*, *Carabus auratus* z. B.) sehr beträchtlich, in noch viel höherem Grade aber, wie ich ebenfalls nach eigener Anschauung bezeugen kann, bei den Bienen ²⁾, Wespen, Ameisen und verwandten Insecten.

Ist die Abbildung, welche Newport vom Gehirn der *Scolopendra morsitans* gegeben hat, ganz genau, so sind hier die Lappen für die Antennennerven fast stärker, als die Hauptanschwellungen des Gehirns.

In noch bedeutenderem Maasse als die letztgenannten Nerven können die Ursprungsstätten der Sehnervenbündel umbildend auf die Gestalt des Gehirns einwirken, indem sich die beiden primären Knoten nach vorausgegangener Einschnürung des Gehirns seitlich in mehr oder minder grosse Sehlappen (*Lobi optici*) ausbreiten. Ihre Grösse steht in geradem Verhältniss zu dem Umfang der Netzaugen und daher überragen sie bei vielen grossaugigen Insecten, z. B. bei den Libellen ³⁾, Fliegen, die primären Knoten des Gehirns an Masse.

Die *Lobi optici* können aber nicht blos durch ihr Dasein, sondern auch durch ihre besondere Lage das Aussehen des Gehirns sehr verändern. So erheben sich bei den Daphniden wegen der eigenthümlichen Lage der Augen die Stiele für die Bildung der Sehlappen nach oben und verschmelzen bei manchen Arten zu einem gemeinsamen Sehlappen ⁴⁾. Bei Isopoden (*Oniscus*, *Porcellio*) nehmen die *Lobi optici* ebenfalls einen sehr selbständigen Charakter an und kommen über den eigentlichen Hirnlappen zu liegen ⁵⁾.

Es kann sich der Zweifel regen, ob die Sehlappen auch wirklich unmittelbare Abschnitte des Gehirns seien, oder nicht viel mehr als gangliöse Anschwellungen des Stieles für die Augennerven zu betrachten wären. Zur Beseitigung dieses Einwurfes möchte ich nach eigener Erfahrung, zu-

¹⁾ S. oben „Lumbricinen“. — ²⁾ Vergl. Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie, 1864. Taf. VIII, fg. 3, fg. 4. — ³⁾ Vergl. m. Tafeln z. vergl. Anatomie, Taf. V, fg. 6. — ⁴⁾ S. unten „Daphniden“. — ⁵⁾ S. unten „Isopoden“ u. Taf. z. vergl. Anat. T. VI, fg. 8, a.

nächst ganz abgesehen von den feineren Structurverhältnissen, auf solche Gehirnformen hinweisen, an denen sich äusserlich die Sehlappen kaum oder gar nicht abgeschnürt haben, mithin die Bündel des Sehnerven aus dem primären Knoten des Gehirns zu kommen scheinen. Man betrachte zu diesem Behufe die so leicht ausschälbaren Gehirne von den Käfergattungen *Timarcha* und *Meloë*.

Bei *Timarcha tenebricosa* ¹⁾ scheint bei erster Besichtigung, oder wenn das Gehirn nicht sehr behutsam aus dem Schädelraum genommen wurde, gar kein *Lobus opticus* zugegen zu sein, und es sind auch die bisher vorhandenen Abbildungen in der Weise gehalten, als ob die Sehlappen fehlten. Näheres Betrachten des natürlich von allem Druck unbehelligten Gehirns lässt aber doch wahrnehmen, dass eine wenn auch schwache Einkerbung den Theil, aus welchem die Bündel der Sehnerven entspringen, von den primären Hirnanschwellungen trennt. Zwischen dieser seichten Furche, durch welche auch äusserlich ein Sehlappen sich abzuheben beginnt, bis zu dem verhältnissmässig langen Stiel, durch welchen z. B. bei *Dytiscus marginalis* ²⁾ die Sehlappen mit dem übrigen Gehirn zusammenhängen, lassen sich zahlreiche Mittelstufen auffinden.

Die Gattung *Meloë* z. B. zeigt eine Weiterbildung dessen, was bei *Timarcha* nur angedeutet ist: es hat sich ein *Lobus opticus* jederseits vom Gehirn abgelöst, aber sein Stiel ist noch so kurz und massig, dass Jedermann den Theil unbedenklich als Hirnabschnitt auffassen würde, ja die vorhandenen Abbildungen denselben noch im Gesamtgehirn inbegriffen darstellen und somit die Züge des Sehnerven unmittelbar aus den Hauptanschwellungen des Gehirns entstehen lassen.

Die Nebenaugen oder Larvenaugen der Crustaceen bedingen häufig ebenfalls ganz besondere Hirnabtheilungen, so z. B. bei Copepoden, Daphniden, Argulinen, den Branchiopoden. Entweder sitzen die Lappen unmittelbar dem übrigen Gehirn auf, oder sind durch die Stiele mit ihm verbunden. Man hat daher wohl auch solche Theile mit dem Namen „Augengehirn“ belegt.

Ehe wir weiter gehen, mag es vielleicht nicht unpassend sein, an dieser Stelle auf einen Fehler hinzuweisen, den die iconographischen Darstellungen des Gehirns öfters an sich haben und der darin besteht, dass man dem Gesamtgehirn die Figur giebt, welche es ausserhalb des Kopfes, losgelöst von seinen natürlichen Verbindungen, durch Auseinanderweichen der Theile annimmt, wodurch ein Aussehen entsteht, welches nicht selten merklich verschieden ist von der zusammengenommenen Haltung des Organes innerhalb des Kopfes.

Noch durch eine andere wichtige Abänderung als die bisher namhaft gemachten erhält das Gehirn gewisser Arthropoden einen bestimmten Typus. Schon bei einfacher Vergleichung des Gehirns eines Käfers, etwa eines *Carabus auratus*, einer *Meloë violaceum* mit dem Gehirn einer Ameise muss man inne werden, dass es bei der Ameise im Verhältniss zur Körpergrösse viel massiger und kugelig ist, als bei den bezeichneten Käfern, wo es dem Gesamteindruck nach doch kaum anders als ein mässig verdicktes, über den Schlund herüberziehendes Band erscheint. Diese Massenzunahme

1) Vergl. meine Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VI, fig. 5. — 2) S. Tafeln z. vergl. gleichend. Anat. Taf. VII, fig. 2; Taf. IX, fig. 1.

beruht aber bei der Ameise unter Anderem auf der Gegenwart zweier eigenthümlichen Anschwellungen an den primären Hirnknoten ¹⁾).

Man hat diese Bildungen bisher nur bei solchen Insecten beobachtet, deren Handlungen auf ein relativ sehr entwickeltes Seelenleben schliessen lassen. Es sind das jene eigengearteten Theile der Bienen, Wespen und andern Hymenopteren, auf welche Dujardin vor zehn Jahren die Aufmerksamkeit von neuem gelenkt, und sie als radial gestreifte Scheiben, gleich einem Pilzhute dem oberen Schlundganglion aufsitzend, beschrieben hat. Da von diesen merkwürdigen Portionen des Gehirns sich nur ein Verständniss durch die Untersuchung der feineren Structur des Ganzen gewinnen lässt, wovon weiter unten die Rede sein wird, so sei in diesem Augenblick blos auf die Existenz der Theile hingewiesen.

Vergleichung des Gehirns der Arthropoden mit dem der Wirbelthiere. Aus der Bezeichnung, welche ich schon im Vorhergehenden für die vordersten Anschwellungen des Bauchmarkes in Anwendung gebracht habe, ist ersichtlich, dass ich beide, die obere und untere Partie dem Gehirn der höheren Thiere an die Seite stelle; doch sind offenbar hierin die Zoologen nicht alle gleicher Meinung.

Die einen enthalten sich freilich jeder bestimmteren Deutung und nennen einfach die über dem Schlund liegende Masse das *Ganglion supra-oesophageum* oder das erste Ganglienpaar, dann die unter dem Schlund oder hinter der Mundöffnung kommende Anschwellung das zweite Ganglion (oder das *Ganglion infra-oesophageum*). Andere bezeichnen die obere Masse als Gehirn, die untere als Kehlknotten oder erstes Ganglion des Bauchmarks ²⁾.

Meines Erachtens müssen wir uns aber eine bestimmte Ansicht darüber zu bilden suchen, ob wir die über dem Schlund liegende Partie und den unter demselben befindlichen Knotten, sowie die vereinigenden Commissuren zusammen als Gehirn erklären oder das *Ganglion infra-oesophageum* nicht mehr dazu zählen wollen. Weiteren Erörterungen vorgreifend erlaube ich mir gleich auszusprechen, dass die morphologische und physiologische Betrachtungsweise uns berechtigen, beide genannte nervöse Massen zusammen als Gehirn und zwar als ein vom Schlund durchbohrtes Gehirn aufzufassen, wie wenn etwa bei einem Wirbelthier das Gehirn zwischen den Hirnschenkeln (*Crura cerebri*) vom Schlund durchsetzt wäre.

Zu derartigen Vergleichen komme ich schon durch die Stellung, welche ich solchen allgemeineren Fragen gegenüber einnehme und bereits oben berührt habe. Ich kann mich nicht dabei beruhigen, dass die Arthropoden nach einem von jenem der Wirbelthiere verschiedenen Plane gebaut seien,

¹⁾ S. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VIII, fg. 3, c, fg. 4, B. — ²⁾ Diese Verschiedenheit der Ansichten bitte ich auch besonders für die unten zusammengestellten specielleren Nachweise über die Zahl der Ganglien im Auge zu behalten, da sich daraus abweichende Angaben über solche Zahlenverhältnisse zum Theil verstehen lassen.

kann mich vielmehr dem Gefühl kaum entziehen, dass die verschiedenen Typen, nach denen Wirbelthiere und Arthropoden gebaut sind, zuletzt aus Einer Wurzel kommen. Man mag nun sagen dass sie auf Eine Grundidee zurückführen, als deren Modifikationen sie erscheinen, oder man mag in concreterer Weise an eine gemeinschaftliche Abstammung denken.

Ich möchte somit auf dem Wege weiter gehen, den Männer, wie Treviranus, Newport und Andere betreten haben, wenn sie sich bestreben, die näheren Aehnlichkeiten zwischen dem Gehirn der Gliederthiere und demjenigen der Wirbelthiere aufzudecken. Die Schwierigkeiten der Untersuchung gestatten freilich für den Augenblick kaum mehr, als nur allgemeine Vergleichen; aber man bedenke, wie unzulänglich und vereinzelt bisher die auf diese Richtung abzielenden Studien waren. Man hatte sich begnügt, vom Gehirn dieser Thiere einfach die äusseren Umrisse zu geben ohne weitere eingehende Zergliederung, so dass doch eigentlich abgesehen von dem, was durch die höchst interessante Arbeit Dujardins über das Gehirn von Hymenopteren gewonnen wurde, die übrige Morphologie des Gehirns der Arthropoden fast noch ganz unbekannt geblieben ist.

Nur dadurch lässt es sich erklären, dass behauptet werden konnte, das sogenannte Hirn der Arthropoden habe nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Hemisphären der Wirbelthiere, es unterscheide sich in Nichts von den übrigen Theilen des centralen Nervensystems, als durch seine Lage in dem Vorderende des Körpers. Ja nach der Meinung dieser Autoren ist die Ansicht, als ob das vordere Schlundganglion als Gehirn zu deuten sei, so verwerflich, dass eine weitere Widerlegung kaum nöthig sei ¹⁾. Mir hat eine längere Beschäftigung mit diesem Gegenstande eine entgegengesetzte Ueberzeugung aufgedrängt.

Halten wir uns zuerst an die Insecten und zwar wegen besonderer Entwicklung gewisser Theile an die Hymenopteren (Bienen, Wespen, Ameisen u. dergl.), so besteht doch eigentlich das Gehirn dieser Thiere aus mehreren Reihen von Anschwellungen, was zwar bei der gewöhnlichen Besichtigung desshalb nicht so stark in die Augen fällt, weil die Anschwellungen nicht in gerader Linie hintereinander liegen, sondern in stark geknicktem Bogen, was aber nichts desto weniger unverkennbar ist, sobald man das Gehirn einer näheren Besichtigung würdigt.

Das vorderste Paar sind die Lappen, aus denen die Nerven der Antennen kommen, und da ich auf frühere Untersuchungen gestützt, die letzteren als Riechnerven deute, so wären auch die fraglichen Anschwellungen ²⁾ als Aequivalente der *Lobi olfactorii* der Wirbelthiere zu nehmen und wie selbst in feinerem Bau gewisse Aehnlichkeiten herrschen, soll später erörtert werden.

Das folgende Paar der Anschwellungen ³⁾ ist dasjenige, was als Hauptganglienpaar die verschiedenen noch übrigen Elemente des grossen Gehirns in sich fasst. Von ihm können als besondere Lappen ⁴⁾ die *Lobi optici* sich ablösen.

Dass ich die sogenannten Seitencommissuren ⁵⁾ mit den

1) Ansicht von Bergmann u. Leuckart, Vergleichende Anatomie u. Physiologie, 1852. — 2) S. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VIII, fg. 3, a, fg. 4, C. — 3) a. a. O. fg. 3, b; fg. 4, A. — 4) a. a. O. fg. 3, d; fg. 4, D. — 5) a. a. O. fg. 4, E.

Hirnschenkeln der Wirbelthiere zusammenbringe, ist schon angedeutet worden und das sogenannte untere Schlundganglion ¹⁾ möchte ich mit andern Naturforschern dem kleinen Gehirn und verlängerten Mark der Wirbelthiere an die Seite setzen. Während mit dem grossen Gehirn vorzüglich die specifischen Sinnesorgane in Verbindung stehen, wurzeln in dem als verlängertes Mark bezeichneten Knoten vor Allem die Nerven für die Mundtheile (Oberkiefer, Unterkiefer, Unterlippe).

Was nun aber nebst dem von der äussern Gestalt und den Nervenursprüngen Entnommenen noch besonders für unsere vergleichende Betrachtungsweise spricht, ist der Umstand, dass ähnlich wie bei den Wirbelthieren der Centraltheil des Nervensystems, also hier das Bauchmark nach vorne zu, wo es in die vorhin als Gehirn gedeuteten Abschnitte übergeht, in seinem Bau nicht nur complicirter wird, sondern in dem als grosses Gehirn angesprochenen Theil geradezu ganz besondere, diesen Gegenden des centralen Nervensystems durchaus eigene Structurverhältnisse auftreten können. Hier sei dies nur einstweilen angeführt; weiter unten wird der Gegenstand näher zur Sprache kommen.

Und nicht blos die Morphologie und Structur reden der vorgetragenen Ansicht das Wort, sondern auch die Erfahrung durch das physiologische Experiment. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Versuche, welche in neuester Zeit Faivre an *Dytiscus* angestellt hat und die bei der Sorgfalt, mit welcher genannter Forscher zu Werk ging, die grösste Aufmerksamkeit verdienen. Ein Käfer, dem die über dem Schlund liegenden Hirnlappen abgetragen worden sind, kann noch gehen und schwimmen, aber es fehlt das Wollen, der innere Impuls sich zu bewegen und die Fähigkeit, die Richtung zu bestimmen. Wird die unter dem Schlund liegende Partie entfernt, so vermag zwar das Thier noch alle Beine zu bewegen, aber es ist ausser Stand, die Bewegungen zu regeln oder zu coordiniren, es kann somit keine eigentlichen Geh- oder Schwimmbewegungen mehr ausführen.

Hirncommissuren. Diese den Schlund von der Seite umfassenden Fortsetzungen des Gehirns (oder Hirnschenkel) sind bald kürzer bald länger, und dadurch kann das ganze Gehirn oder der sogenannte Schlundring abermals ein sehr verschiedenes Gepräge erhalten.

Es gibt Fälle, wo die Commissuren so ausserordentlich kurz und dabei dick sind, dass die obere und untere Hirnportion zusammen sich fast wie eine Einzige von einer kleinen Oeffnung für den Durchtritt der Speiseröhre durchbohrte Masse darstellt. Solches erscheint als ein sehr allgemeines Merkmal bei den Arachniden (Milben, Spinnen, Afterspinnen, Scorpionen); auch bei Insecten sind die Hirncommissuren nicht selten sehr kurz, so z. B. bei Ameisen, Bienen, Schmetterlingen (*Sphinx convolvuli* z. B.). Was hingegen die Klasse der Krebse, Myriapoden mitinbegriffen, anlangt, so

1) a. a. O. fig. 3, c, fig. 4, g.

scheint es allgemein zu ihrer Organisation zu gehören, dass ihre Hirncommissuren lang, ja sehr lang sind, und bei den zu oberst im System stehenden Krebsen, den Dekapoden, erreicht die Verlängerung der Commissuren auch den höchsten Grad.

Man könnte vielleicht auf den Gedanken kommen, dass sich diese Bildung des Schlundrings nach der Art und Aufnahme der Nahrung richte. Sollten nicht kauende Arthropoden zum Durchblass der Bissen eines weiteren Schlundrings bedürfen, als die blos Flüssiges saugenden Thiere? Doch will es schon innerhalb der Klasse der Insecten scheinen, als ob noch andere Gründe fragliche Organisation bedingten.

Untere Hirnportion. Die untere Hirnportion oder der Knoten, in welchen die Hirncommissuren unterhalb des Schlundes zusammentreten, ist bei Insecten wohl sehr allgemein kleiner als die obere Hirnportion und häufig von dreieckig-birnförmiger, auch wohl von mehr länglicher Gestalt. Bei Anwesenheit einer sehr massigen oberen Hirnportion, wie wir eine solche bei Ameisen, Bienen etc. sehen, steht sie dieser an Umfang nicht wenig nach. Auch bei Krebsen, Myriapoden, insolange die gedachte Hirnabtheilung eine vom übrigen Bauchmark abgesonderte bleibt und nicht die zunächst folgenden Knoten in sich aufgenommen hat, behält wohl die obere Hirnportion ein gewisses Uebergewicht.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei verkürztem oder concentrirtem Bauchmark: dann erscheint das obere Gehirn sehr klein gegenüber einem massigen Brustknoten, so bei Milben, Spinnen und Scorpionen. Selbstverständlich ist dann aber, dass man jetzt diesen Knoten nicht blos dem verlängerten Mark der Wirbelthiere, sondern auch dessen Fortsetzung nach hinten, dem gesammten Rückenmark zu vergleichen hat.

Zur weiteren Charakterisirung der unteren Hirnportion (Kehlknoten) sei schon jetzt hervorgehoben, dass derselbe, wo ich ihn bis jetzt auf dieses Verhalten untersuchte, in seinem inneren Bau den bilateralen Charakter nicht verläugnet.

Quercommissuren innerhalb des Schlundrings. Innerhalb des Schlundrings stossen wir bei verschiedenen Gattungen auf eigenthümliche Quercommissuren, durch welche, abgesehen von den queren Faserzügen innerhalb der Substanz der oberen und unteren Hirnportion, die Seitencommissuren (Hirnschenkel) selber verbunden werden.

Dergleichen Querbrücken werden als «Queräste» von verschiedenen Beobachtern bei *Astacus*, *Homarus*, *Palaemon*, *Palinurus*, *Carcinus*, *Squilla* erwähnt, allwo sie in Form eines queren Fadens, hinter dem Oesophagus die Hirncommissuren in Verbindung setzen. Man könnte, da die genannten Krebse sich durch einen sehr weiten Schlundring auszeichnen, geneigt sein, die Länge der Seitencommissuren als mitbedingend für das Dasein der Querbalken anzusehen; dem widerspricht indessen, dass ich bei *Glomeris limbata* Latr. ¹⁾ bei mässig weitem Schlundring ganz hart unter der die beiden

1) S. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VII, fg. 5.

oberen Hirnhälften verbindenden Quercommissur ebenfalls eine zweite Commissur erblicke und zwar noch im Bereich der beiden oberen Hirnhälften.

Der Molukkenkrebs (*Limulus*) zeigt, wie man aus der schönen Anatomie, welche van der Hoeven über dieses Thier veröffentlicht hat, sieht, innerhalb des Schlundrings sogar drei solcher Querbrücken.

Ja es giebt eine Thiergruppe, die Tardigraden, deren Ganglienkette, wie wir durch Doyère wissen, die Quersäden nach der ganzen Länge des Bauchmarks besitzt, zwischen je zwei Ganglienpaaren.

Aus der Klasse der Insecten ist man bis jetzt bei *Dytiscus marginalis* ¹⁾ auf eine solche Quercommissur innerhalb des Schlundringes aufmerksam geworden; sie spannt sich hier hart vor dem unteren Schlundknoten herüber. Auch bei *Telephorus* habe ich diese eigenthümliche Bildung gefunden. Die Quercommissur geht hier ziemlich hoch oben ab, umgibt den Schlund nach unten, so dass dieser wie in einer Schlinge ruht.

Ich möchte auch die Frage aufwerfen, ob nicht die von Newport am Ligusterschwärmer gesehenen kleinen Nerven ebenfalls hier einzureihen sind, welche von der vorderen, unteren Fläche des Gehirns an der Seite des Oesophagus herabsteigen, um unter demselben ringförmig zusammenzutreten.

Unter welchen allgemein morphologischen Gesichtspunkt man diese Querbrücken zu bringen hat, ist kaum zu sagen. Ueberlegt man, dass bei *Glomeris* die Quercommissur beiderseits ihren Ausgang von gangliöser Substanz zu nehmen scheint, ferner dass bei *Limulus* nur aus den Längscommissuren des Schlundrings periphere Nerven in mehrfacher Anzahl entspringen, auch bei höheren Krebsen wenigstens Ein Nerv jederseits aus entsprechender Stelle hervorkommt, endlich dass periphere Nerven immer nur aus einem gangliösen Herde wirklich entspringen können, so fühlt man sich versucht, die fraglichen Commissuren einfach mit allen übrigen Quercommissuren der Nervencentren zusammenzustellen, welche die bilateralen Knoten auch sonst verknüpfen. Doch wären hiegegen noch einige Bedenken vorzubringen.

Einmal hat bei *Dytiscus* die Querbrücke innerhalb des Schlundrings gewiss nicht die zuletzt erwähnte Bedeutung; ich sehe mit Bestimmtheit, dass sie nicht wie die Quercommissuren z. B. innerhalb der Bauchmarksknoten Herde von gangliöser Substanz in Verbindung setzt, sondern die Fasern der Commissur sind von den Hirnschenkeln (Längscommissuren) sich abzweigende Fäden, welche eine Schlinge bilden, deren Gipfel nach unten und deren beide Wurzeln im oberen Schlundganglion liegen. Was ferner den Ursprung der Nerven aus etwaigen gangliösen Einlagerungen in die Hirnschenkel betrifft, so erlaube ich mir schon jetzt zu bemerken, dass alle übrigen Seitennerven, welche aus den Längscommissuren des Bauchmarks abgehen, nimmermehr aus den Längscommissuren selber kommen, das soll heissen dort entspringen, sondern der Anfang ihrer Fasern ist in dem zunächst oben und unten gelegenen Knoten zu suchen. Auch bei den genannten Krebsen finden sich in den Längs-

¹⁾ S. a. a. O. Taf. IX, fig. 1.

commissuren des Gehirns keine centralen Herde, zu deren gegenseitiger Verknüpfung dergleichen Querbrücken nöthig sein könnten¹⁾.

Nach allem Diesem will es mich eben bedünken, dass die besprochenen Quercommissuren wirklich eigenartiger Natur sind und nicht mit den andern als gleichwerthig betrachtet werden können. Mögen sie desshalb auch bei ferneren Untersuchungen mehr ins Auge gefasst werden, als bisher geschehen ist.

Bauchmark. Indem wir jetzt dem eigentlichen Bauchmark unsere Aufmerksamkeit zuwenden, darf vor Allem bemerkt sein, dass dasselbe in vielen Fällen, so namentlich bei zahlreichen Insecten nicht einfach gerade in der Mittellinie des Leibes herabzieht, sondern einen gekrümmten und geschlängelten Verlauf zeigt. Mir ist dieses bei den verschiedenen Orthopteren, Schmetterlingen und andern Insecten aufgefallen, und es deutet darauf hin, dass sich der Bauchstrang gewissen Bewegungen des Körpers anzupassen habe.

Bei dem Bestreben, durch vergleichende Betrachtung der Einzelformen die wesentlichen Züge in der Gestaltung des Bauchmarks zu finden, werden wir bald inne, dass die eigentliche Strickleiterform, weil auf Würmer und embryonale Zustände hinweisend, eine niedere Stufe der Ausbildung anzeigt.

Man hat immer jene Form der Krebse, bei denen nicht blos der Hinterleib, sondern auch das Bruststück gegliedert ist, als diejenigen Arthropoden betrachtet, bei welchen die ursprüngliche Configuration des Bauchmarkes sich am schärfsten erhalte; namentlich ist es früher die Gattung *Talitrus* gewesen, später auch andere Amphipoden und Isopoden, auf die man in dieser Hinsicht hinwies.

Gegenwärtig muss aber die Gruppe der Phyllopoden an diese Stelle rücken, da bei ihnen das Bauchmark in ungleich reinerer und vollständiger Weise die Form einer Strickleiter bewahrt. Bei den Gattungen *Apus*, *Branchipus*, *Artemia*, Thiere, bei welchen Bruststück und Hinterleib ebenfalls gegliedert sind, stehen nämlich nicht nur die beiden Längsstränge weit auseinander, sondern auch die Ganglien halten sich in gehöriger Entfernung von einander, so dass die sie verbindenden Quercommissuren — und deren sind, was wohl zu beachten — jedesmal zwei, eine ziemliche Länge haben²⁾.

An die Phyllopoden schliessen sich dann allerdings zunächst die Amphipoden, Isopoden, Lämodipoden, sowie unter den Arachniden die Tardigraden und einige Gattungen der Pycnogoniden (*Nymphon gracile*, *Pycnogonum littorale*) an.

Doch sind jetzt schon die Ganglien zum Theil nach der Quere

1) Ich kann jedoch nicht umhin, zu bemerken, dass Doyère auf den mit Meister'schaft gehaltenen Figuren der Tardigraden (*Ann. d. sc. natur.* 1840. Pl. 17. p.) die Stelle der Längscommissuren, von der die Quercommissur abgeht (bei c¹ o¹ u. co¹) eigenthümlich granulirt zeichnet, was bei der sonst unübertrefflich exacten Ausführung des Ganzen vielleicht nicht als zufällig anzusehen ist und dann zu Gunsten der anderen Ansicht ausgelegt werden könnte. — 2) S. Taf. z. vergl. Anat. Taf. V, fig. 6. In die nächste Nähe der genannten Krebse gehören bekanntlich auch die uralten Trilobiten, und es scheint mir im Zusammenhalt damit bedeutungsvoll zu sein, dass die ursprünglichere Form des Bauchmarkes sich gerade in den nächsten Verwandten dieser Gruppe darbietet.

innig verbunden, Anfänge dessen, was wir in weiterer Entwicklung in den übrigen Reihen der Gliederthiere antreffen, indem wir auf mannigfache Verschmelzungen der Ganglien und Commissuren stossen.

Wir werden dabei gewahr, dass am durchgreifendsten die Quercommissuren verschwinden. Mag auch das Bauchmark noch eine Ganglienkette mit nahezu gleich grossen Knoten vorstellen, wie z. B. bei *Scolopendra* (unter den Insecten bei *Forficula* und manchen Larven), so sind doch die Ganglienpaare zu Einem einzigen zusammengeschmolzen; mitunter anscheinend so vollkommen, dass selbst vorne und hinten die Einkerbung als Spur der paarigen Entstehung ausgeglichen sein kann.

Doch möchte auch hier, wie schon vorhin gelegentlich des unteren Hirnknotens, daran zu erinnern sein, dass die Natur in der scheinbar völligen seitlichen Verschmelzung der Ganglien, ihren „Bauplan“ nur verhüllt, aber keineswegs hat fallen lassen. Denn wir erfahren bei einer näheren Prüfung der anscheinend ganz gleichförmigen kugeligen Bauchknoten, dass sie im Inneren noch die Quercommissur, ja häufig sogar zwei, also ganz wie bei den Phyllopoden, bewahren ¹⁾, worüber unten das Nähere berichtet werden wird.

Nur in manchen sehr concentrirten Thoracalganglien, wie z. B. bei gewissen Dipteren (*Tabanus*, *Eristalis*, *Musca* etc.) könnte es scheinen, als ob alle paarigen Elemente in der Bildung zu einer einzigen einheitlichen Masse aufgegangen wären; allein ich habe mich selbst hier z. B. von *Musca domestica* auf das bestimmteste überzeugt, dass das grosse Thoracalganglion im Inneren einen entschieden paarigen Charakter behält. Man unterscheidet in demselben drei Hauptpaare centraler, nahe zusammenstossender Herde, von zelliger Rinde umgeben, und am hinteren Ende noch ein schwächeres Paar ²⁾.

Auch bei Hemipteren, deren Bauchmark sich durch bedeutende Centralisation auszeichnet, habe ich an *Nepa cinerea* wahrgenommen, dass der grosse rundliche Brustknoten in seinem Innern drei Paar dicht zusammenstossender Centren hat.

Demzufolge lässt sich behaupten, dass die gewöhnliche Darstellung, als ob „eine einfache Reihe von Ganglien“ in der Mittellinie des Leibes herablaufe, ungenau ist. Die dem Augenschein nach einfachen Ganglien bewahren vielmehr in allen von mir untersuchten Fällen eine gewisse Duplicität ihres Baues.

Die zwei eigentlichen Stränge des Bauchmarks oder die Längenscommissuren der Ganglien erhalten sich viel häufiger getrennt, als selbständige Züge und selbst dann, wo sie für das freie Auge oder die flüchtige Besichtigung einen Einzigen Strang auszumachen scheinen, deckt die nähere Prüfung auf, dass sie häufig doppelt

¹⁾ Sieh. a. a. O. Taf. VI, fig. 2, B, b; fig. 7; Taf. VII, fig. 1, C; Taf. IX, fig. 2. — ²⁾ S. a. a. O. Taf. VIII, fig. 1, B. Ueb. die Präparationsweise sieh. unten „Dipteren“.

bleiben. Gleichwie eben der Leib der Arthropoden vermittelst eines an die Mitte senkrecht geführten Schnittes in zwei äusserlich gleich Hälften sich theilen lässt, so würde auch jeder dieser Hälften ein Nervensystem zufallen, was in beiden Hälften gleich ist. Am ungetheilten Thiere haben die Quercommissuren, innerhalb oder ausserhalb der Ganglien, die Einheit des Organs vermittelt.

Auch dieses Moment dürfte man überhaupt bei künftigen Untersuchungen etwas schärfer ins Auge fassen, da man, wie mir scheint, viel zu freigebig einen Einzigen Längsstrang den Thieren beilegt.

Man giebt die Fälle als häufig an, wo die zwei Längsstränge des centralen Bauchmarkes zu einem Einzigen zusammengeschmolzen wären. So haben z. B. Audouin und Milne-Edwards das Nervensystem der langschwänzigen Dekapoden (*Astacus*, *Palaemon*, *Palinurus*) in der Weise dargestellt, als seien am Abdominaltheil die zwei Längsstränge zu einem Einzigen geworden. Allein man kann sich leicht überzeugen, dass hier wirklich zwei Längsstränge, nur sehr dicht zusammenliegend, zugegen sind; ähnlich verhält es sich mit vielen andern Arthropoden.

Nach dem, was mich die eigene Beobachtung lehrt, ziehe ich stark in Zweifel, ob es irgend ein Krebssthier oder einen Myriapoden giebt, bei dem die Längscommissuren zwischen den Ganglien zu einer wahrhaft einheitlichen, d. h. innerhalb eines einzigen Neurilemmschlauches gelegenen Nervenmasse aufgegangen sind. Bei *Oniscus* und *Porcellio* sehe ich zwar, dass die beiden Hirncommissuren, da wo sie zusammentreffen¹⁾, auch eine kurze Strecke zusammenschmelzen, aber das ist die Stelle, wo sonst eine hier fehlende gangliöse Anschwellung liegt.

Nur die Klasse der Insecten ist es, wo eine derartige Verschmelzung der beiden Stränge auf eine längere Strecke hin ergreifen kann. Aber im Vergleich zu dem ungemeinen Reichthum an Gestalten in dieser Gruppe ist die Verschmelzung doch selten, jedenfalls das Gedoppeltbleiben ungleich häufiger.

Die Insectenordnung, welche sich hierin am meisten auszeichnet, sind die Dipteren, doch ist es abermals unrichtig, wenn der erfahrenste Entomotom Leon Dufour für die ganze Ordnung behauptet, dass hier die Bauchganglienkette immer nur einfache Längscommissuren besitze. Vielmehr, was gar nicht zu verwundern ist, treten auch hier die von der Natur eingezeichneten Grundlinien da und dort wieder deutlich hervor.

Ich sehe dieses z. B. an *Tabanus bovinus*, wo zwar die lange Commissur, welche das grosse Thoracalganglion mit dem ersten Abdominalganglion verbindet, ohne Spur des Gedoppeltseins ist, hingegen diejenige Commissuren, welche die Abdominalganglien untereinander verknüpfen, deutlich doppelt sind.

Bei *Tipula gigantea* mit ebenfalls einfachen Längscommissuren verläugnen diese, wo sie vom Ganglion ausgehen oder auf dasselbe stossen, ihren eigentlich gedoppelten Charakter nicht, indem sie ein längeres Spälchen zwischen sich lassen. Wirklich doppelt sind die Längscommissuren bei der so durchsichtigen Tipulidenlarve von *Corethra*. Und an der durch ihre Lebensweise höchst merkwürdigen *Chionea araneoides* sind nach der Zeichnung Brauer's²⁾ die Längscommissuren des ausgebildeten Insects von ersten bis zum letzten Ganglion des Bauchmarks doppelt.

Die Bilder, welche man bei Schmetterlingen und ihren Raupen erhält, sind ähnlich denen mancher Dipteren, indem auch hier strecken-

1) Sieh. Taf. 2. vergl. Anat. Taf. VI, fg. 7. — 2) Sieh. unten „Dipteren“.

weise einfache Längscommissuren zu den Eigenschaften des Bauchmarks gehören. Doch ist gerade wieder bei den Raupen die Verschmelzung nur eine scheinbare: an der Raupe von *Vanessa polychloros* z. B. hat jeder Strang, wie ich sehe, innerhalb einer gemeinsamen Umhüllung noch sein besonderes Neurilemm.

Unter den Neuropteren habe ich an der Larve von *Aeshna grandis* wahrgenommen, dass die beiden Längsstränge ihre Trennungslinie auf eine kurze Strecke ¹⁾ aufgeben.

Die beginnende Verschmelzung der Quer- und Längscommissuren hat man von jeher als einleitenden Vorgang zur Centralisirung des Bauchmarks angesehen.

Indem nämlich die Verschmelzung der Commissuren einen höheren Grad erreicht, so vereinigen sich ursprünglich hintereinander gelegene Ganglien zu grösseren Markknoten. Solche centralisirte Nervenmassen stehen in gerader Beziehung zum Thorax oder Brustkasten, da derselbe die hauptsächlichsten Bewegungsorgane trägt. Im Hinterleib, der entweder ohne Bewegungsorgane ist, oder wenigstens schwächere als der Brustkasten führt, bilden sich dergleichen centralisirte Massen, ausgenommen etwa ein sehr verdicktes Endganglion, kaum aus.

Dem Hinterleib können die Markknoten überhaupt fehlen, wobei dann eine einzige im Thorax unterhalb des Schlundes gelegene Masse das gesammte Bauchmark vorstellt. Dieser höchste Grad der Centralisirung findet sich bei Krabben, Spinnen und Zecken (*Izodidae*). Auch des seltsamen *Pentastomum* wäre hier zu gedenken, unter den Insecten der Gattung *Oestrus*. (S. 180, S. 181.)

Da man die Krabben und Spinnen wegen ihres so sehr concentrirten Bauchmarks gerne zusammenzustellen pflegt, so sei andererseits doch noch einmal auf den schon oben (S. 187) angedeuteten Unterschied hinsichtlich der Hirncommissuren zurückgewiesen. Die letzteren sind nämlich bei den Krabben wie bei den höheren Krebsen überhaupt von ausnehmender Länge, bei den Spinnen im Gegentheil verschwindend kurz. Zwischen hinein mag auch bemerkt werden, dass es Fälle giebt, wo dem Abdomen die Knoten fehlen, ohne dass die Ganglien im Thorax sich zu einer Masse zusammengezogen hätten, so z. B. bei Asseln (*Oniscus*, *Porcellio*).

Dann möchte jetzt schon im Hinblick auf Krabben und Spinnen zu erwähnen sein, dass auch solche stark consolidirte Markmassen doch noch Spuren ihrer ursprünglichen Entstehungsweise an sich tragen und zwar in Form von Oeffnungen, durch welche stärkere Blutgefässe treten. Beispiel: *Cancer maenas* (nicht minder bei *Palinurus*). Auch am Bauchknoten der Spinnen lässt sich Aehnliches nachweisen.

Zu untersuchen bleibt übrigens noch, ob alle grösseren Ganglien des Bauchmarks nur aus der Vereinigung mehrerer hervorgehen, oder ob nicht der Grund ihres grösseren Umfangs einfach in den starken Nerven zu suchen ist, die von ihnen auszugehen haben. Es liesse sich denken, dass gleichwie das Gehirn durch entwickelte

¹⁾ Sieh. unten „Neuropteren“.
Leydig, Bau des thierischen Körpers.

Sinnesorgane an Grösse wächst, so auch viele oder dicke Nerven des Stammes massige Markknotten erheischen.

Unter diesen Gesichtspunkt hätten wir dann auch zu bringen, wenn wir gewahren, dass bei manchen Gruppen das Bauchmark nach seinem hinteren Ende sich zuspitzt, bei andern aber entschieden anschwillt und so mit einem dicken Ganglion abschliesst. Das erste ist z. B. der Fall bei den Phyllopoden (*Apus*, *Branchipus*, *Artemia*), den Amphipoden, wo die Ganglien nach hinten immermehr an Grösse abnehmen, während bei der Mehrzahl der übrigen Gliederfüssler so z. B. den Myriapoden, vielen Insecten, höheren Krebsen und gekehrt das hinterste Ganglion des Bauchmarks sich durch grösseren Umfang vor den übrigen Abdominalganglien auszeichnet.

Dieses Endganglion zählt übrigens bei Insecten öfters, wenn auch nicht immer, zu den verschmolzenen Ganglien. So mag einstweilen hier erwähnt sein, dass das grosse Schlussganglion des Bauchmarks bei *Dytiscus marginalis* mit Bestimmtheit zu den Knoten gehört, welche aus der Verschmelzung mehrerer hervorgegangen sind, und es sei in dieser Beziehung hier schon jetzt angeführt, dass im Inneren desselben sich wenigstens drei Paare Centren mit ihren Commissuren befinden ¹⁾.

Peripherisches Nervensystem. Aus den Nervencentren, Gehirn und Ganglien des Bauchmarkes, entstehen die peripherischen, den verschiedenen Organen des Körpers verlaufenden Nerven.

Gehirnnerven. Von den oberen Gehirntheilen entspringen hauptsächlich specifische Sinnesnerven, so für das Auge und die Geruchsorgane (Antennen) und für die Muskeln dieser Theile. Aus der unteren Gehirnportion kommen Nerven, welche (wie Favier durch das Experiment festzustellen sucht) einfach sensibler und motorischer Natur sind und zunächst die Mundtheile versorgen.

In dem oberen Gehirnabschnitt wurzeln aber noch zwei andere Nervengruppen. Das eine derselben wird vorgestellt von einem unpaaren Nerven, der aber paarige Anfänge hat; er läuft in der Mittellinie des Schlundes herab und man darf in ihm das Analogon des N. vagus erblicken. Während die Wurzeln des unpaarigen Nerven der vorderen Fläche des Gehirns angehören, so kommt die zweite Nervengruppe von der hinteren Fläche, nahe dem Abgange der Commissuren; selten (beim Flusskrebs z. B.) geht sie erst aus der Mitte der Commissuren ab. Auch diese Nerven und ihre gangliösen Geflechte lagern zur Seite des Schlundes und man kann in ihnen entweder den Kopftheil des Sympathicus höherer Thiere erblicken, oder sie mit dem unpaaren, dem N. vagus vergleichbaren Nerven zusammen, als Eine Gruppe auffassen.

Nerven des Bauchmarks. Vom eigentlichen Bauchmark kommen die Nerven für die Muskeln des Stammes und der Körperanhänge sowie für die Haut, und worauf schon hier hingedeutet werden soll

¹⁾ Sieh. unten „Koleopteren“.

auch die Nerven für gewisse Eingeweide verlaufen theilweise in den Bahnen der — um den Ausdruck zu gebrauchen — spinalen Nerven. Die Stärke derselben, auch die Zahl ihrer Aeste, richtet sich nach dem Bau und Umfang der zu versorgenden Körperteile.

Die Thoracalganglien der geflügelten Insecten z. B. haben nicht blos Haut und Muskeln der Beine zu versorgen, sondern schicken auch in die Flügel und Flügeldecken Nerven, sowie selbstverständlich an die Flügelmuskeln, wobei oft zuvor diese Nerven zu mannichfachen Geflechten (Plexus) zusammentreten, aus denen dann erst die eigentlichen Flügelnerven entstehen. So nach Angabe Anderer namentlich bei Schmetterlingen. Bei den Krebsen bedürfen die mancherlei Scheeren, Raub-, Schreit- und Schwimmfüsse zahlreiche Nerven aus den Thoraxganglien. Die Abdominalganglien entsenden ihre Nerven zur Musculatur und Haut der Hinterleibssegmente und deren Anhänge, aber auch zu den Eingeweiden, wenn ihre Stämme oder Zweige sympathische Elemente in sich aufgenommen haben.

Vergleichung mit den Spinalnerven der Wirbelthiere. Ich habe keinen Anstand genommen, oben mich dahin auszusprechen, dass sich zwischen den Nervencentren der Arthropoden und den Centraltheilen des Nervensystems der Wirbelthiere morphologische Parallelen ziehen lassen. Aber ich beschränke diese Betrachtungsweise nicht auf die Nervencentren, sondern glaube, sie nicht minder auf die vom Bauchmark entspringenden peripherischen Nerven ausdehnen zu können.

Bergmann und Leuckart sagen zwar abermals, dass Versuche, die von den Wirbelthieren her bekannten Verhältnisse auf die Nerven der Arthropoden übertragen zu wollen, jeder empirischen Basis ermangeln. Ich zweifle, ob die genannten Forscher auch für die Zukunft diesen Ausspruch vertheidigen werden. Mir wenigstens zeigen die Seitennerven der Bauchmarksganglien bei vielen Insecten an ihrem Ursprunge eine merkwürdige Aehnlichkeit mit dem Verhalten der Spinalnerven höherer Thiere.

Voraus sei noch bemerkt, dass aus den Ganglien des Brustkastens, in Uebereinstimmung mit der grösseren Masse dieser Knoten und der beträchtlicheren Entwicklung des Thorax selber, sowie der daran befestigten Bewegungsorgane, die Zahl der Nerven der Brustknoten bei Insecten und höheren Krebsen häufig eine bedeutendere ist, als jene der Bauchknoten. Dort zählt man jederseits bis acht und mehr Stämme, an den Bauchknoten je einen jederseits oder zwei, drei bis vier. Der letzte Bauchknoten besitzt meist wieder eine grössere Menge ausstrahlender Nerven, bedingt durch die entwickelte Musculatur des Geschlechtsapparates und des Afters.

Sobald nun an dem Bauchmark mehr als Ein Seitennerv aus dem Ganglion hervortritt, lässt sich mit aller Sicherheit wahrnehmen, dass die Nerven nicht in gleicher Höhe, d. h. nebeneinander herauskommen; vielmehr kann man sich überzeugen, dass sie übereinander entstehen, d. h. der eine aus der oberen oder dorsalen, der andere aus der unteren oder ventralen Partie des Ganglions abgeht. Die zwei Seitennerven entsprechen somit, wie mir scheint,

einer vorderen und hinteren Wurzel der Spinalnerven im Typus der Wirbelthiere.

Auch hege ich den Glauben, dass es auch bei den Arthropoden rein sensible und rein motorische Nervenwurzeln giebt, und meine im Stande zu sein, diese Ansicht noch weiter zu begründen.

Nicht blos aus verschiedenen tiefen Regionen der Bauchganglien kommen die Seitennerven hervor, noch ein anderer Umstand beweist, dass sie unter sich verschiedener Natur sind. Im frischen Zustande und auch sonst bei sorgfältiger Behandlung besitzt der eine Nerv, und zwar ist es der obere, ein weiches körniges Aussehen, während der Inhalt des unteren Nerven fester und fibrillärer befunden wird.

Ich habe mich von diesem Unterschied im feineren Bau z. B. an der Larve von *Aeshna grandis* überzeugt, sowohl am ersten und dritten Brustknoten, wie an allen Bauchganglien; ebenso an den Brust- und Bauchganglien von *Procrustes coriaceus* und an andern Caraben. Bei der Larve von *Locusta viridissima* liegen die Wurzeln der Seitennerven so nahe beisammen, dass sie sich fast decken, trotzdem aber lässt sich mit Bestimmtheit erkennen, dass die eine Wurzel höher, d. i. dorsal, die andere tiefer, d. i. ventral, entspringt und das bezeichnete verschiedene Aussehen haben.

Wenn, was zu den sehr gewöhnlichen Vorkommnissen gehört, aus den Bauchganglien ein gleich vom Beginn an einfacher Seitennerv entspringt (z. B. *Tipula gigantea*, *Tabanus bovinus*, *Silpha thoracica*, *Cantharis fusca*), so darf man wohl schliessen, dass in ihm die Elemente der in Wirklichkeit verschiedenen Wurzeln sich zu einem einzigen Nerven zusammengethan haben. Nicht selten zerfällt aber gleich darauf der einzige Seitennerv wieder in zwei Nerven, z. B. bei *Vespa crabro*, bei den Onisciden.

An den Nerven der massigen Thoracalganglien der Dipteren, so bei den eigentlichen Fliegen, wiederholen sich abermals die zwei soeben von den Nerven der Bauchganglien hervorgehobenen Momente. Man sieht, dass von den Nerven die einen mehr von der Bauchseite ihren Ursprung nehmen, die andern mehr von der Rückfläche des Ganglions; ferner ist hier der Unterschied der Nerven voneinander in Rücksicht auf ihren feineren Bau sehr in die Augen fallend.

Bei *Tabanus bovinus*, *Eristalis tenax* sind die einen Nerven des grossen Brustknotens dunkel, doch ihr Inhalt ziemlich fest, die andern ebenfalls von trüblichem Aussehen, aber dabei von so weicher Beschaffenheit, dass ihr Inhalt leicht ausfällt; endlich die dritte Art ist hell, bedingt durch breite klare Primitivfasern. Es bedarf wohl kaum der nochmaligen besonderen Versicherung, dass nicht erst durch äussere Einwirkung die Verschiedenheit in der inneren Natur der Nerven zu Wege kommt, sondern von Anfang an da ist, was sich auch darin weiter kundgiebt, dass auf den Seitenhälften des Ganglions die gleiche Nervenart sich symmetrisch entspricht.

Nerven der Längscommissuren. Die spinalen Nerven wie die cerebralen treten in der weitaus grösseren Mehrzahl der Fälle

von den Ganglien ab; doch beobachtet man und zwar nicht sehr selten¹⁾, dass auch die Längscommissuren des Bauchmarks einzelne Nerven entsenden. Man hat in dieser Beziehung längst hervorgehoben, dass bei vielen Krebsen, z. B. *Astacus*, *Palaemon*, *Porcellio*, nach der ganzen Länge der Bauchkette aus je einer Längscommissur ein Seitennerv kommt. Auch die Klasse der Insecten bietet hiezu viele Beispiele dar.

Auf den vorhandenen Abbildungen mancher Käfergattungen, wie von *Clytus*, *Scaphidium*, entspringt aus den Längscommissuren zwischen unterer Portion des Schlundringes und erstem Thoracalknoten jederseits ein Nerv; ähnlich bei den Dipteren: *Tabanus*, *Tipula*, *Calliphora*.

Es will überhaupt scheinen, als ob gerade die Längscommissuren der bezeichneten Gegend in allgemeinerer Weise Ursprungsstätten von Nerven sein können, denn auch noch andere als die genannten Ordnungen zeigen dieses Verhalten.

So sehe ich deutlich an den Larven von *Aeshna grandis* aus eben dieser Commissur nach beiden Seiten einen Nerven entspringen; und betrachtet man die Figur, welche Brauer²⁾ über das Nervensystem eines andern Netzflüglers, des *Ascalaphus macaronius*, gegeben hat, und die den Eindruck grosser Zuverlässigkeit macht, so entstehen aus den Längscommissuren dieser Stelle sogar vier Nerven.

Doch auch andere Gegenden der Längscommissuren scheinen bei Insecten solche Ursprungsstätten von Nerven abgeben zu können, wenigstens liesse sich, abgesehen von verschiedenen Käfern, nach älteren und neueren Beobachtern³⁾ auf mehrere Hymenopteren (*Apis mellifica*, *Sirex gigas*) hinweisen.

In dem Voranstehenden habe ich entsprechend dem Bild, welches das freie Auge oder geringe Vergrösserung erhält, mich immer so ausgedrückt, als ob die Stelle der Längscommissuren, wo der Nerv das Bauchmark verlässt, auch wirklich die Ursprungsstätte seiner faserigen Elemente wäre. Eine solche Auffassung wäre aber entschieden als eine unrichtige zu bezeichnen.

Ich habe mich vielmehr bestimmt überzeugt, dass die Seitennerven der Längscommissuren ihre Fasern immer aus den ober- und unterhalb zunächst folgenden gangliösen Herden, d. h. Knoten des Bauchmarks beziehen. (Sieh. auch S. 189.)

Man kann sich hievon namentlich dann bequem vergewissern, wenn sich die breite helle Sorte von Nervenfasern an der Zusammensetzung der Seitennerven theiligt, in welcher Beziehung ich z. B. die leicht sich darbietende Gattung *Tabanus* empfehlen möchte. Mit aller Klarheit sieht man da, wie von beiden Endpunkten der Längscommissur die Nervenfasern herkommen, um in der Bahn der Seitennerven auszutreten, aber keineswegs erst an dieser Stelle, innerhalb der Substanz der Längscommissuren ihren Anfang nehmen.

Und gerade die nähere Erwägung dieses Verhaltens kann uns

¹⁾ Es ist jedenfalls ein Versehen, wenn es bei Bergmann u. Leuckart (Vergleichende Anatomie und Physiologie 1852) heisst, die peripherischen Nerven kommen nur aus den Ganglien, nicht aus den Verbindungssträngen hervor. — ²⁾ S. unten „Neuropteren“. —

³⁾ S. unten „Hymenopteren“.

einen Fingerzeig geben, warum diese Seitennerven des Bauchmarkes nicht aus dem Knoten unmittelbar, sondern halbwegs zwischen zwei Knoten das centrale Nervensystem verlassen. Wir sehen eben, dass es zum Charakter dieser Nerven gehört, ihre fibrillären Elemente von den beiden gangliösen Endpunkten der Längscommissuren zu erhalten. Manche davon sind aber auch noch in einer andern Beziehung gemischter Natur, insofern sie mir nicht blos spinale Fasern sondern auch sympathische Elemente zu enthalten scheinen.

Ich möchte diese Meinung namentlich im Hinblick auf die Commissuren-Nerven der Krebse aussprechen, da ich bei *Porcellio scaber* bemerke, wie ein Faserbündel sich dem Nerven beimischt, welches von der Stelle her kommt, allwo der nachher abzuhandelnde mediane Sympathicus in den Knoten des Bauchmarks wurzelt ¹⁾.

Die vorgeführten Thatsachen haben ferner eine gewisse Bedeutung in der Frage, ob die Längscommissuren einfach für verbindende Nervenzüge zu halten seien, oder ob man den selben, wenn auch selbstverständlich in geringerem Grade als den gangliösen Anschwellungen, den Werth von wirklich centralen Abschnitten des Nervensystems zuzugestehen habe.

Dem ersten Anblick nach würden die Seitennerven, welche aus den Commissuren kommen, stark für die letztere Ansicht sprechen was aber durch die nähere Prüfung über das Herkommen der Fasern völlig abgeschwächt wird; und ich möchte nicht unterlassen, aus den schon vorhin (S. 197) bezeichneten Fällen auch noch hier die wahren Ursprung der Flügelnerven bei Schmetterlingen festzustellen.

Betrachtet man z. B. die Abbildung, welche Newport über die Thoracalganglien von *Sphinx ligustri* gegeben hat ²⁾, so könnten wir in der Auffassung, als seien die Längscommissuren echt centrale Partien, uns bestärkt fühlen. Es entstehen dort nämlich die Flügelnerven mit zwei sehr dicken Wurzeln scheinbar wieder aus den Commissuren, welche die beiden Thoracalknoten verbinden. Ich habe nun aber das Bauchmark vom *Sphinx concolor* untersucht und mich hiebei überzeugt, dass auch hier die Fasern, welche die Wurzeln der Flügelnerven bilden, von den Thoracalknoten entspringen.

Gegen die Meinung, es seien die Längscommissuren mehr blos verbindende Nervenstränge, redet auch der Umstand, dass im letzten Abdominalknoten die Aequivalente der Längscommissuren sofort sich als Stämme peripherisch verästelnder Nerven erweisen.

Trotz alledem wird man denn doch von dem Gesichtspunkte aus, dass wir den gesammten Bauchstrang der Arthropoden der Rückenmark der Wirbelthiere vergleichen, immerhin die Längscommissuren in einem gewissen Grade für centrale Partien und nicht für gewöhnliche Nervenstränge zu betrachten haben. Eine nicht unwesentliche Stütze für diese Ansicht.

¹⁾ & unten „Isopoden“. — ²⁾ Newport, *Phil. Transact.* 1834. Pl. XIV. F. 8. Die Längscommissuren selber scheinen mir in dieser Figur nach dem, was ich bei *Sphinx concolor* sehe, zu massig gehalten.

gewährt theilweise auch das, was unten über den feineren Bau der Commissuren mitzutheilen sein wird.

Eingeweidenerven. Die Frage, ob auch bei niederen Thieren Nervenportionen bestehen, welche dem Sympathicus höherer Geschöpfe zu vergleichen seien, hat die Zoologen oft beschäftigt und mancherlei Antworten sind gegeben worden. Vielleicht kommt erst jetzt die Zeit, durch neue Untersuchungen die hierüber bestehenden Ansichten abklären zu können. (Anneliden, S. 147.)

Man wird es ganz begreiflich finden, dass frühere Beobachter, da eben die Hilfsmittel und die Methode ihrer Untersuchungen mangelhafter waren, als diess gegenwärtig der Fall ist, in diesem schwierigen Punkte zum Theil in sehr entgegengesetzter Weise sich äusserten.

So sprach sich Cuvier dahin aus, dass den niederen Thieren sympathische Nerven völlig abgehen, nur den rothblütigen Thieren (Wirbelthieren) komme ein Sympathicus zu.

J. Fr. Meckel den Mangel eines eigenen Eingeweidenervensystems zugebend, deutet die damals bekannten morphologischen Daten in einem gewissen Sinn bereits richtiger derart, dass bei den niederen Thieren das Rückenmark und der sympathische Nerv der Wirbelthiere zu einem einzigen Ganzen verschmolzen seien.

Wieder Andere, welche in der knotigen Beschaffenheit des Bauchmarkes der Gliederthiere und den Ganglien des Sympathicus der Wirbelthiere verwandtschaftliche Beziehungen ahnten, stellten sofort den Ganglienstrang der Evertibraten und den sympathischen Nerven der höheren Thiere auf Eine Linie. Nach dieser letzteren Ansicht sollten somit die niederen Thiere gar kein Gehirn und Rückenmark haben, sondern anstatt dem cerebrospinalen System vergleichbarer Bildungen ein nur dem Sympathicus höherer Thiere entsprechendes Nervensystem.

Man sieht leicht, dass alle diese Meinungen, wenn auch unter sich weit auseinandergehend, doch zuletzt darin zusammentrafen, dass sie, indem eben die directe Beobachtung die Forscher im Stiche liess, das Dasein eines besonderen Systems von Eingeweidenerven verneinten.

Anders gestaltete sich die Frage, als vor ungefähr dreissig Jahren mehrere Autoren so glücklich waren, besondere Nervengruppen aufzufinden, welche gewisse Aehnlichkeiten mit dem Sympathicus der höheren Thiere darboten. Den Bemühungen namentlich von Joh. Müller und Brandt gelang es, indem sie von einigen älteren durch Swammerdam und Lyonet am Nashornkäfer und der Weidenbohrraupe gemachten Beobachtungen, sowie ähnlichen Erfahrungen von Treviranus und Suckow am Flusskrebs und Fichtenspinner ausgingen, bei vielen Gliederthieren Nervenpartien aufzuzeigen, welche lediglich oder wenigstens vorzugsweise für die Eingeweide bestimmt sind.

Seit dieser Zeit hat sich die Anschauung ziemlich allgemein befestigt, dass auch die Krebse, Spinnen und Insecten dem Sympathicus vergleichbare, vom Gehirn kommende gangliöse Nerven-geflechte besitzen und zwar seien dieselben von doppeltem Charakter, entweder unpaarig in der Mittellinie des Nahrungskanals befindlich oder paariger Art, also bilateral. Beide Gruppen wurzeln im Gehirn und erzeugen besondere Ganglien. In der Entwicklung des paarigen und unpaarigen Systems herrsche eine gewisse Wechsel-

wirkung, so dass das unpaarige bei starker Ausbildung des paarigen oft wenig entwickelt sei, und umgekehrt.

Schon aus mehreren meiner früheren Angaben und Bezeichnungen geht hervor, dass ich der Ansicht, es seien die obigen Nerven und ihre Geflechte die Analoga des Sympathicus der Wirbelthiere, nicht ganz beipflichte, sondern nur mit gewisser Einschränkung. Nach der Art und Weise, wie sich mancher Forscher über fragliche Nerven ausdrückt, lässt sich auch kaum verkennen, dass das nicht völlig Zutreffende des Vergleiches schon öfters gefühlt worden ist. Es musste doch etwas stören, dass die sogenannten Eingeweidenerven eigentlich nur die Mundtheile, die Speiseröhre und den Magen versorgten; in Erwägung dessen vermied man auch wohl die Bezeichnung Sympathicus und sprach von den „Mund-Magennerven“, oder selbst einfach vom „Schlundnervensystem“.

Auch andere unmittelbare Beobachtungen waren nicht recht zu Gunsten der jetzt geltenden Ansicht zu verwenden.

So hatte vor Jahren schon ein sehr sorgfältiger Forscher, Krohn am Flusskrebse nachgewiesen, dass der eigentliche Darm, dessen Functionen doch zu den unbewussten Lebenswirkungen gehören, zwei nach der ganzen Länge der Seitenwandung verlaufende Nerven besitze, welche mit einem gemeinsamen Stämmchen vom letzten Knoten des Bauchmarks entspringen. Nicht minder mussten die Verhältnisse bei den Spinnen den Gedanken entstehen lassen, dass die vom Gehirn zum Magen tretenden Fäden (*Epeir-Mygale*), auch wenn man sie für sympathische Nerven erklärt, doch nicht das Ganze des Eingeweidenervensystems vorstellen können. Denn unbefraglich ist ein guter Theil der vom Brustknoten durch den Bauchstern ins Abdomen übertretenden Nerven sympathischer Natur, und die z. B. bei *Phalangium* ¹⁾ an diesen Nerven befindlichen stark entwickelten Ganglien darf man wohl füglich zum Gebiete sympathischer als cerebrospinaler Nerven rechnen. Bei Insecten wurde oftmals bemerkt, dass die Fortpflanzungswerkzeuge ihre Nerven vom letzten Abdominalganglion erhalten.

Solche Beobachtungen müssen natürlich fortwährend den Zweifel rege erhalten, ob das vom Gehirn kommende sympathische System auch wirklich mit dem gleichnamigen Nerven der Wirbelthiere zusammenzustellen sei; ob denn in der That bei Arthropoden ein solches genanntes vegetatives oder automatisches Nervensystem im Gegensatz eines animalen bestehe. Oder ob es nicht vielmehr wahrscheinlich sei, dass, wie sich Andere ausdrückten, bei den niederen Thieren die vegetativen Lebensvorgänge in grossem Umfange bekannt kommen und in gleicher Weise wie die Verhältnisse der Aussenwelt; desshalb auch die sogenannten sympathischen Nerven derselben nicht eben so selbständig, ebenso „verschwiegen“ sind, wie bei den höheren Thieren.

Das Gebiet der Thatfachen wurde wesentlich erweitert durch Newport. Dieser treffliche Entomologe sprach nicht blos zu

1) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VIII, fg. 2, g.

bestimmter aus, dass der unpaare Theil des sogenannten Sympathicus der Gliederthiere nach seinem Ursprung und nach seiner Vertheilung im Schlund, Magen und Herz ungleich besser dem zehnten Hirnnervenpaare der Wirbelthiere, dem Nervus vagus oder pneumogastricus zu vergleichen sei, sondern er lehrte auch eine neue Gruppe von Nerven kennen, die vorzugsweise zu den Respirationsorganen gehen und gemischter Natur seien. Er nannte sie Nervi accessorii oder Nervi transversi.

Die erste Entdeckung dieser Nerven an der Weidenbohrreraupe gehört Lyonet an. Newport zeigte, dass sich die Nerven an Gebilde verbreiten, deren Thätigkeit theilweise der Willkür entzogen ist, und obschon unser Autor unterlassen hat, fragliche Nerven geradezu einer bestimmten Abtheilung des Nervensystems höherer Thiere zu vergleichen, so giebt er doch mehrfache Andeutungen, dass sie ins Gebiet des Sympathicus gehören mögen. Auch werden seit dieser Zeit die Nervi transversi in den Hand- und Lehrbüchern immer in Gemeinschaft mit den Mundmagennerven genannt.

Bevor ich meine eigenen Beobachtungsergebnisse und daraus gebildeten Ansichten vorzulegen mir erlaube, möchte ich noch darauf hinweisen, dass selbst Joh. Müller, der doch gewöhnlich als Hauptvertreter der Meinung, es stellten die vom Gehirn kommenden Mundmagennerven den Sympathicus vor, gilt, keineswegs sehr stark an dieser Ansicht hieng.

Es geht solches deutlich hervor aus dem Bericht, welchen er über die Newport'schen Nervi respiratorii abstattete ¹⁾. Er müsse sich selbst, sagt er, den Einwurf machen, ob die vom Gehirn kommenden Eingeweidenerven alle dem Sympathicus entsprechen und müsse als möglich anerkennen, dass in ihnen sowohl Elemente des Vagus als des Sympathicus der Wirbelthiere enthalten sein können. Der Grund aber, warum Joh. Müller sich nicht sofort zu einer bestimmten Abänderung seiner Ansicht verstand, lag offenbar in der damaligen noch viel geringeren Kenntniss der Natur verschiedener Nervenfasern, als wir sie jetzt haben. Dazumal gelang es Niemanden, bei Gliederthieren Nervenfasern nachzuweisen, welche von den cerebrospinalen verschieden und etwa sympathischer Natur seien. Auch Joh. Müller kennt bei Insecten solche Fasern noch nicht und spricht geradezu aus, dass zu einem Nachweis derselben noch wenig Hoffnung vorhanden sei.

Unpaarer Schlundnerv. Den unpaaren Schlundnerven habe ich an verschiedenen Insecten näher geprüft. Ich habe mich zuerst an mehreren Käfern, wie *Dytiscus marginalis* ²⁾, *Meloe rugosum*, *Telephorus* und andern überzeugt, dass seine beiden Wurzeln von der Vorderfläche (nicht Vorderrande, wie man da und dort liest) des Gehirns dicht neben den Antennennerven, nach innen von diesen entspringen und zwar so nahe, dass der Anfang des Antennennerven und jener der Schlundnervenzwurzel fast zusammenfällt. Die zwei Wurzeln, indem sie dann nach vorne gehen, bilden eine Schlinge,

¹⁾ Joh. Müller, Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1837. S. LXXXV. — ²⁾ Siehe meine Tafeln zur vergleichend. Anat. Taf. IX, fg. 1, C, D.

deren Gipfel von einem dreieckigen auf dem Schlund liegenden Ganglion (Ganglion frontale) eingenommen wird.

Diess Ganglion stimmt in seinem feineren Bau, wie weiter unten zur Sprache kommen wird, in einer Eigenschaft mit den centralen Ganglien des Bauchmarks überein, und insoweit bis jetzt meine Erfahrungen reichen, will es mir scheinen, als ob die Ganglien des paarigen Abschnittes der Mundmagennerven diess Merkmal — das Vorhandensein einer centralen Punktsubstanz — nicht besässen.

Ausser dem unpaaren Nerven, der unter der oberen Hirnportion nach hinten auf die Rückenfläche des Schlundes sich wendet, gehen noch häufig aus dem Ganglion selbst ein oder mehrere feine Aeste nach vorn zu den oberen Mundtheilen.

Der unpaare Nerv, Nervus recurrens, entsendet während seines Verlaufes am Schlund, man könnte fast sagen, wie gefiedert, eine Menge feiner Nerven in die Muskelhaut des Schlundes, und durch die Weitervertheilung derselben kommen förmliche Geflechte mit abermaligen kleingangliösen Knotenpunkten zu Stande. In ein grosses Ganglion schwillt der Stammnerv selbst wieder an, wenn er die Magengegend erreicht hat.

Bei *Dytiscus* sowohl als auch bei *Telephorus* zeigt mir dieses Magenganglion nicht mehr den centralen Charakter des Ganglion frontale, sondern stimmt durch den Mangel einer molekularen Innensubstanz mit den Ganglien des paarigen Systems überein.

Paarige Schlundnerven. Das paarige System selber beginnt hinter dem Gehirn und zwar kommt bei den Insecten, wie ich es wenigstens bei *Telephorus* und *Dytiscus* wahrnehme, die Wurzel jederseits gerade da aus der Hinterfläche des Gehirns, wo die verbreiterte Basis der Hirncommissuren sich befindet, also eigentlich genau entsprechend der Stelle, wo von der Vorderfläche des Gehirns die Wurzeln des unpaaren Systems ausgehen. Die Wurzel ist in den genannten Fällen ziemlich lang und steht mit gangliösen Partien zur Seite des Schlundes in Verbindung.

Diese letzteren sind als Ganzes betrachtet viel umfänglicher als der Stirnknoten und zerfallen in mehrere Abschnitte; bei Käfern, wie ich sie zunächst am besten kenne, in einen kleinen rundlichen und in einen grösseren länglichen Knoten, die durch einen oder mehrere Nerven zusammenhängen. Die den Ganglien entstammten Nerven verlieren sich auf dem Schlunde.

Ich habe hier gewissermassen nur als Beispiel die Verhältnisse bei Insecten auseinanderzusetzen gesucht, ohne auf andere Arthropoden einzugehen, deren Besonderheiten unten aufgezählt werden. In diesem Augenblicke ist es mir wesentlich um die Deutung fraglicher Nerven zu thun, und in welcher Richtung ich diese suchen möchte, ist schon aus dem, was ich früher von den entsprechenden Partien der Anneliden mitzutheilen hatte, abzunehmen.

Gleichwie ich dort das System der Mundmagennerven wegen seiner Vertheilung und wegen seines histologischen Verhaltens und dem Dasein eines besonderen von genanntem System verschiedenen „Magennerven“ für Hirnnerven zu erklären hatte, so möchte ich bezüglich der Arthropoden und aus ähnlichen Gründen in den sogenannten Mundmagennerven Aequivalente von Cerebralnerven, am nächsten Elemente des Vagus, erblicken. Und zwar gilt mir das paarige und unpaarige System zusammen als Eine Nervengruppe, was zwar bei Hirudineen sinnenfälliger als bei den Arthropoden ist, aber doch auch bei Arthropoden dem Beobachter nicht entgehen kann. (Sieh. auch S. 194.)

Obschon ich nun den eigentlichen Sympathicus der Arthropoden an anderen Stellen des Bauchmarkes suche, so glaube ich doch gleich hier bemerken zu können, dass keineswegs die Mundmagennerven ausschliesslich cerebraler Natur sind, sondern auch sympathische Fasern denselben eingeflochten sein können. Einen bestimmteren Anhaltspunkt hiefür giebt mir die Larve von *Aeshna grandis*. Dort hat zwar der unpaare Schlundnerv die Tracht cerebraler Nerven, aber ein anderer viel feinerer und bald sich verzweigender Nerv, der ebenfalls vom Ganglion frontale ausgeht, besitzt, indem ich späteren Mittheilungen vorgreife, jenen eigenthümlichen hellen Habitus, der die rein sympathischen Nerven auszeichnet. Auch das, was ich unten über den feineren Bau des unpaaren Schlundnerven selber vorzulegen habe, weist auf eine gemischte Natur dieses Nerven hin.

Der eigentliche Sympathicus. Den eigentlichen Sympathicus der Gliederthiere, wenn er eine gewisse Selbständigkeit erlangt hat, glaube ich in den Newport'schen Nervi respiratorii oder Nervi transversi zu finden; und obschon sich bei mir während der Untersuchung dieser Gedanken von selber entwickelt und festgesetzt hat, so habe ich doch hier des französischen Beobachters Blanchard zu gedenken, der schon früher dieselbe Ansicht scharf und bestimmt aussprach, sich dabei freilich nur auf allgemeine morphologische Grundsätze stützend ¹⁾.

Die Aehnlichkeiten zwischen den Newport'schen Nerven der Gliederthiere und dem Sympathicus lassen sich nach meiner Meinung weit verfolgen. Legen wir uns z. B. das Nervensystem von *Locusta viridissima* ²⁾ vor Augen, ein Thier, an dem die Verhältnisse sehr deutlich sind, so sehen wir zunächst, dass zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes ein medianer Nerv herabzieht ³⁾. Wir bemerken dann bald weiter daran, dass er keineswegs einen eigenen continuirlichen Faden bildet und etwa ohne Unterbrechung vom ersten bis zum letzten Ganglion verläuft, sondern es zeigt sich, dass er immer wieder zwischen je zwei Ganglien wurzelt, sich dann aber jedesmal auf der Höhe der Ganglien in zwei quere Aeste theilt, die, nachdem jeder in ein längliches Ganglion angeschwollen, mit den Spinalnerven sich verbinden und in deren Bahn so lange verlaufen, bis sie zur Peripherie kommen.

1) *Ann. d. sc. nat.* 1858. — 2) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VI, fg. 3, d. —

3) Zur Zeit, als ich das Thier zergliederte, waren nur ungefügelte Exemplare (oder Larven) zu haben. — Näheres sieh. unter „Orthopteren“.

Von besonderer Wichtigkeit für unsere Deutung ist aber, dass sich den ersten Blick eine Verschiedenheit in der inneren Natur der Nerven gegenüber den Spinalnerven kundgibt.

An frischen, sorgfältig behandelten Präparaten kann es dem Beobachter kaum entgehen, dass der mediane Nerv und seine Gabeläste einen entschieden helleren und zarteren Habitus an sich haben, als die Längscommissuren und die Seitennerven der Bauchmarksganglien; dann auch zweitens, dass die faserigen Elemente in den beiden Nervenpartien sich etwas weichend verhalten. Und diese, ich wiederhole, innere Verschiedenheit bleibt auch dann noch bestehen, wenn die Thiere einen Tag lang in Weingeist aufbewahrt waren; selbst dann noch besitzen die medianen Nerven ein helles Aussehen, während die Spinalnerven einen stark gelben Ton angenommen haben.

Ein ebenfalls sehr gewöhnlich vorkommendes Insect, das Goldhähnchen (*Carabus auratus*) weist in anderer aber vielleicht noch bestimmterer Weise auf den histologisch verschiedenen Bau der beiderlei Nerven hin.

Hier wird der mediane Theil des Sympathicus vertreten durch einen kurzen Nerven, der vom oberen und vorderen Theil der Bauchknoten entspringt und dann in ein rundliches Ganglion anschwillt¹⁾. Die vom Ganglion nach beiden Seiten hin abgehenden Nerven²⁾ mischen ihre Fasern mit den Spinalnerven des Bauchmarkes bei, stechen aber von den Primitivfasern der letzteren nicht blos durch helles Aussehen ab, sondern auch dadurch, dass sie durch Theilung und Wiedervereinigung ein förmliches Geflecht erzeugen, dessen Elemente zunächst unterhalb des Neurilemms, also zwischen Neurilemma und der Fasermasse der Seitennerven ihren Lauf fortsetzen.

Noch interessanter sind die Verhältnisse bei den Bienen und Hummeln, und namentlich zum ersten Studium empfehlen sich die grossen weiblichen Exemplare von *Bombus*.

Man verfähre bei der Präparation so, dass man Thiere, die im Weingeist getödtet wurden und etwa eine Stunde darin lagen, mittelst eines scharfen Scheeres etwa in der Ebene des Darms durchschneidet, also in der ventralen und in eine dorsale Hälfte zerlegt. Nachdem man unter Wegnahme der Eingeweide entfernt hat, durchschneide man wieder mit der Scheere die Muskeln und Haut jederseits in einiger Entfernung vom Bauchmark. Man kann jetzt von dem übriggebliebenen Mittelstück die Ganglienketten streifen und leicht auf das Glas auffangen, ohne dass dieselbe wesentlich gelitten hätte.

Es zeigt sich jetzt z. B. bei *Bombus terrestris*³⁾ am Vorderrand der Abdominalknoten ein medianes, rundliches gestieltes Ganglion, ähnlich wie bei *Carabus*, wobei es auch als individuelle Bildung vorkommt, dass der Stiel des ersten Bauchknoten sich lang ausgezogen hat, so dass das sympathische Ganglion weit nach vorne an die eine der Längscommissuren durch feine Tracheen leitende Fädchen befestigt ist, der Stiel selber aber oder der mediane Sympathicus alsdann auch etwas entfernt vom ersten Bauchknoten an die eine der Längscommissuren, der das Ganglion angeheftet ist, sich senkt.

Wichtig wird das, was man an den spinalen Seitennerven der Bauchknoten wahrnimmt. Aus den Abdominalknoten geht jederseits nur ein Seitennerv hervor, der sich in einiger Entfernung vom Bauchganglion unmittelbar an seiner Abgangsstelle vom spinalen Knoten liegt ein im allgemeinen längliches sympathisches Ganglion auf. Es schickt mehrere zu

1) Sieh. m. Tafeln s. vergleichend. Anat. Taf. IX, fig. 2, d. — 2) a. a. O. c. — 3) a. a. O. Taf. VII, fig. 1, B, d, E, m, n.

Wurzeln in den spinalen Knoten, seine Hauptausläufer gehen aber peripherisch, winden sich anfänglich auf dem spinalen Seitennerven fort, bis sie vor seiner Gabelung ihre Elemente den spinalen Primitivfasern beimischen. Das ist das typische Verhalten, im Einzelnen sieht man mancherlei wechselnde Verhältnisse. So können die vom sympathischen Ganglion kommenden Nerven vor ihrer Einsenkung in den spinalen Seitennerven abermals gangliös anschwellen, oder sich während ihres Verlaufes geflechtartig verbinden.

Was nun aber ferner als sehr beachtenswerth erscheinen muss, ist die Thatsache, dass, nachdem die Ausläufer des sympathischen Ganglion ihre Fasern den Fasern der spinalen Seitennerven beigemischt haben, von letzterem dann ein Nerv¹⁾ sich abzweigt, der entschieden nicht spinaler, sondern wieder sympathischer Natur ist.

Und worauf, könnte man fragen, stützt sich diese Behauptung? Sie ist gegründet einmal darauf, dass gedachter Nerv sich durch helles Aussehen ebenso von den übrigen Verzweigungen des spinalen Nerven unterscheidet, wie schon die Wurzeln und Ausläufer des sympathischen Ganglions sich hiedurch vor den Seitennerven auszeichneten; dann aber zweitens dadurch, dass dieser sympathische Nerv fortwährend kleinere und grössere periphere Ganglien entwickelt, ja bei scharfem Zusehen stellt sich heraus, dass selbst einzelne abgehende Fasern von Stelle zu Stelle in ihrem Innern einen Nucleus sammt körniger Umhüllungsmasse, gewissermassen bipolare Ganglienkugeln in der Anlage besitzen. Diese sympathischen Nerven treten nicht blos unter sich in geflechtartige Verbindung, sondern legen sich auch im weiteren Verlaufe wieder an spinale Zweige, um streckenweis mit ihnen zu verlaufen.

Man sieht also bei *Bombus* nicht blos das mediane sympathische Ganglion, sondern auch paarige Seitenganglien, und endlich durch Habitus und feineren Bau wohl geschiedene sympathische Nerven als Zweige aller Seitennerven des Bauchmarkes.

Es könnte bei Dem, welcher noch am Anfang der Untersuchung steht, der Gedanke aufsteigen, ob diese den Seitennerven anliegenden Ganglien nicht eher den Spinalknoten der Wirbelthiere vergleichbare Bildungen wären, wesshalb eigends noch bemerkt sein mag, dass eine derartige Ansicht nicht blos durch das bereits Vorgetragene als unhaltbar sich erweist, sondern auch durch die Abänderungen, welche man bei andern Hymenopteren sieht. Bei *Cimbex variabilis* z. B. treten aus den Ganglien des Bauchmarkes jederseits zwei Seitennerven; das fragliche sympathische Ganglion erscheint hier weit entfernt vom Abdominalknoten und zwar am vordern Seitennerven, hat eine central gehende Wurzel, die sich dem Seitennerven einfügt, sowie einen peripherischen Strang, der sich weiter nach aussen ebenfalls in den Seitennerven einsenkt.

Aber die zuletzt mitgetheilten Fälle (*Bombus*, *Cimbex*) können uns auf etwas Anderes noch aufmerksam machen.

Wenn wir sehen, dass ein Abdominalknoten vorne ein medianes Ganglion besitzt, sowie seitlich nach hinten paarige Ganglien, so liegt es nahe, zu sagen, dass sich hier an den Abdominalknoten dieselbe Bildung wiederholt, wie man sie seit Langem vom Gehirn kennt, das heisst, es liesse sich in dem medianen Ganglion eines Abdominalknotens das Homologon des sogenannten Stirnganglions des Gehirns, sowie in den Seitenganglien die Homologa der sogenannten paarigen Eingeweidennerven, wie sie von der Hinterfläche des Gehirns entstehen, erblicken. Ich meine, man könne sich morpho-

¹⁾ Sieh. a. a. O. n¹.

logischerseits mit einer solchen Auffassung einverstanden erklären, ohne mit der oben aufgestellten Ansicht über die physiologische Bedeutung in Widerspruch zu gerathen.

Ein gesondertes sympathisches System, wie es im Voranstehenden erörtert wurde, lässt sich in grösserer Verbreitung erkennen, als bisher bekannt gewesen ist. Newport wiess dasselbe bei Lepidopteren, Koleopteren und Orthopteren nach; ich überzeugte mich vom Dasein desselben nicht blos bei den genannten Ordnungen, sondern auch bei Hymenopteren und Neuropteren ¹⁾.

Auch bei manchen Krebsen ist der mediane Nerv deutlich vorhanden ²⁾; ich sehe denselben bei Landasseln (*Oniscus*, *Porcellio*), der Wasserassel (*Asellus*) und ebenso klar auch bei den Rollasseln (*Armadillo*). Die peripherischen Nerven, welche zu ihm gehören (Nervi transversi), sind zum Theil jene Seitennerven des Bauchmarkes, welche nicht von den Ganglien, sondern von den Längscommissuren abgehen. Diesen scheinen, was schon oben ³⁾ vorgebracht wurde, die dem medianen Nerven entstammenden Elemente sich beizumischen. Dass auch damit auf die Bedeutung der Seitennerven, welche von den Längscommissuren kommen, ein neues Licht geworfen wird, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Der Sympathicus der Wirbelthiere hat durchweg einen paarigen Charakter. Vergleicht man den medianen Nerven des Bauchmark bei Arthropoden dem Sympathicus, so würde er anscheinend durch seinen unpaaren Charakter sich von demjenigen der Wirbelthiere unterscheiden. Allein ich habe die Uebergänge zwischen der paarigen und unpaarigen Form so bestimmt wahrgenommen, dass diese Differenzpunkt keine besondere Bedeutung zukommen würde.

Ich empfehle zu dieser Untersuchung die Larven von *Aeshna grandis*. Hier kann man sich vergewissern, dass an dem ersten Ganglion des Brustkastens, allwo der Sympathicus beginnt, zwei zwar kurze aber scharf sonderte mediane Stämmchen da sind, ebenso noch am folgenden Knoten. Erst vom nächsten Ganglion an findet sich ein einfacher medianer sympathischer Nerv, und es folgt daraus, dass auch bei diesem Gliederthier paarige Charakter des Sympathicus der ursprüngliche ist.

Endlich wäre aber noch ein Unterschied zu beachten, der in der Lage des Sympathicus zum Rückenmark bei Wirbelthieren und bei den Arthropoden zum Bauchmark, kundgibt, ein Unterschied, der sich aber vielleicht ebenfalls begreifen und ausgleichen lässt.

Bei den Wirbelthieren liegt der Sympathicus unterhalb des Rückenmarks, bei den Arthropoden gehört er der oberen Fläche

1) Ueber diese Gruppen vergl. die Einzelbeobachtungen unter „Insecten“. — 2) Meine Tafeln s. vergl. Anat. Taf. VI, fig. 7, b. — 3) S. Seite 198. — 4) Sieh. m. Tafeln s. vergleichend Anat. Taf. V, fig. 6, a.

des Bauchmarks an. Gerade dieses Lagerungsverhältniss, in welchem der Sympathicus der Arthropoden zum Bauchmark steht, nöthigt uns fast, die Frage von der „Einheit des Bauplanes“ hier wieder zu berühren.

Als man sich nämlich überzeugt hatte, dass die Ganglienkette der Arthropoden dem Rückenmark der Wirbelthiere zu vergleichen sei, so musste man in Anbetracht der in beiden Thierkreisen so verschiedenen Lage des Organs entweder mit Meckel sagen, das Rückenmark wandere bei den Gliederthieren an die untere Fläche des Körpers, tief unter den Darmkanal, während es bei den Wirbelthieren denselben von oben bedecke, oder man musste — und Geoffroy Saint Hilaire hat diese Idee zuerst vorgetragen — annehmen, dass die Lage der beiden Organsysteme zu einander auch bei den Gliederthieren sich nicht verändert habe, sondern die gleiche geblieben sei, wohl aber habe das ganze Thier seine Stellung zum Boden geändert. Die Gliederthiere seien auf den Rücken gestellten Wirbelthieren zu vergleichen.

Obschon ich nun der Ansicht bin, dass sich in solchen allgemeineren Anschauungen nie eine Eintracht der Beobachter bilden wird, da sich dergleichen Ideen immer nur bis zu einem gewissen Grade auf das Thatsächliche stützen können, so ist doch kaum abzuweisen, dass die Lage des Sympathicus nach oben vom Bauchmark, wie wir es bei den Arthropoden gewahren, in überraschende Harmonie mit dem Gedankengang des französischen Forschers tritt. Wenn Gliederthiere auf den Rücken gestellten Wirbelthieren zu vergleichen sind, und die Organe dieselbe Lage zu einander behaupten, so muss — könnte man von vorneherein sagen — der Sympathicus bei den Arthropoden die Lagerung annehmen, die er in Wirklichkeit hat.

Der im Vorausgegangenen abgehandelte Sympathicus, insofern er gleich vom Bauchmark weg besondere Wurzeln und Ganglien besitzt, ist indessen bis jetzt nur bei gewissen Ordnungen der Insecten und Krebse nachgewiesen worden, auch lässt sich schon jetzt behaupten, dass derselbe in eben bezeichneter Form keineswegs bei allen Arthropoden sich vorfindet. Unter den Insecten z. B. vermisst man ihn bei den Dipteren. Allein seine Elemente fehlen auch hier nicht.

Löse ich z. B. bei *Musca domestica* das Brustganglion sammt Nerven möglichst weit und behutsam heraus, so zeigt sich, dass an den Spinalnerven, in einiger Entfernung vom Brustknoten Nerven abgehen, welche durch hellen Habitus, sowie durch allmähliche Entwicklung peripherischer Ganglien sich durchaus an die nicht bezweifelbaren sympathischen Nerven von *Bombus*, *Gryllotalpa* anschliessen. Wenn also auch hier ein gesonderter Sympathicus zu fehlen scheint, so fehlen doch nicht sympathische Nervenfasern.

Mir scheinen eben auch hierin die Verhältnisse der Gliederthiere denjenigen der höheren Thiere ähnlich zu sein. Auch bei den letzteren ist ja genauer genommen der Sympathicus kein Einziger Nerv, sondern kommt so zu Stande, dass Zweige von Spinal- oder spinalartigen Hirnnerven zu den Eingeweiden gehen und dabei zuvor ihre Fäden austauschen, wobei als ganz besonderes wesentliches Moment hinzukommt, dass die Fäden eine eigene Art Nerven-

fasern enthalten, die man eben als sympathische bezeichnet. Als drittes wichtiges Merkmal zur Bildung des Sympathicus tritt hinzu die Einschaltung von Ganglien. Durch all' dies kann der Sympathicus, indem seine Eingeweideäste auch noch durch Längscommisuren sich verbinden, ein gewisses einheitliches Ganzes werden, in anatomischer Beziehung sowohl als in physiologischer.

Aber auch bei Wirbelthieren sind die Fälle gar nicht selten, dass solche Verbindungen da und dort eingehen, die Selbständigkeit des Sympathicus somit schwindet und die sympathischen Fasern fast durchweg in den cerebro-spinalen Bahnen verlaufen.

Unter diese Anschauung bringe ich denn auch die Gestaltungsverhältnisse des Sympathicus der Gliederthiere. Wo er anscheinend fehlt, mangeln doch nicht seine histologischen Elemente, d. h. die organischen oder sympathischen Fasern; aber diese sind in das System der sensoruell-motorischen Nerven eingewebt und verlaufen somit ganz oder theilweise in der Bahn der Spinalnerven zu den Theilen, welche sie versorgen sollen.

Fragt man aber nach den Organen, für welche hauptsächlich die bezeichneten sympathischen Nerven bestimmt sind, so scheint es die Tracheen zu sein. Ich habe mehrmals deutlich gesehen, dass sich ihre Endausläufer an die Athemröhren verlieren.

Nervenskelet. Bei vielen Arthropoden treten mit den Nervencentren nicht bloß weiche Stränge und Bänder als Befestigungsmittel auf, sondern man bemerkt auch harte chitinisirte Fortsätze des Hautskeletes nach innen, welche dem Gehirn und Bauchmark zur Stütze dienen oder dieselben schützend umgeben.

Sie bestehen theils aus einfachen stab- und bogenförmigen Bildungen, theils aus gegabelten Stücken, ein andermal verbinden sich solche Theile durch Querbalken, so dass auf diese Weise mannigfaltig zusammengesetzte Gerüste zu Stande kommen.

Im Raume des Kopfes z. B. von *Dytiscus* ¹⁾, *Hydrophilus*, sieht man dergleichen complizirte Skeletformen, welche das Gehirn tragen und schirmen. Nicht minder sind die Ganglien des Bauchmarks innerhalb des Brustkastens (nicht mehr im Abdomen) von solchen Hornleisten und Hornbögen gestützt und überbrückt. Es sei erwähnt, dass schon Cuvier zum Theil davon wusste, dass dann aber namentlich Carus d. ä. auf diese Bildungen aufmerksam gemacht hat ²⁾.

Ausser vielen Käfern, den schon genannten Gattungen, ferner *Lucanus*, sind namentlich Orthopteren (*Locusta*, *Decticus*, *Acridium*, *Gryllotalpa*) und Hymenopteren (*Vespa crabro* z. B.) als Insecten zu bezeichnen, deren inneres Skelet zum Schutze des Nervensystems stark entwickelt erscheint. Dies ist auch der Grund, warum beim Zergliedern dieser Thiere die Bauchganglien mühelos zur Ansicht gebracht werden, hingegen das Aufdecken der Brustknoten Schwierigkeiten setzt.

Weiter wären auch zu nennen die langschwänzigen höheren Krebse, indem z. B. bei unserem Flusskrebs die Brustganglienketten in einem fast

1) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VII, fig. 2. — 2) Sieh. unten „Insecten“.

wirbelartigen durch Fortsätze des Hautskelets nach innen erzeugten Kanal liegt. Eine verwandte Erscheinung ist es, dass bei Spinnen und Afterspinnen ¹⁾ das grosse Thoracalganglion auf einer stützenden und schützenden inneren Skeletplatte ruht.

Die Ganglien des Hinterleibs scheinen niemals durch innere Skeletplatten in ihrer Lage erhalten zu werden; es gehen an sie bei den Insecten Tracheen führende weiche Fortsätze des Fettkörpers; bei Krebsen sehe ich z. B. an *Porcellio scaber*, wie von der unteren Fläche des Bauchmarks, von Stelle zu Stelle, den Ganglienpaaren entsprechend, dreieckige Befestigungsbänder zu den Bauchschienen verlaufen, die man allerdings nur dann gewahr wird, wenn wir an einem Thier, das etwa einen Tag lang in Essigsäure gelegen hat, den Bauchstrang im Ganzen behutsam ausschneiden und dann die untere Seite nach oben kehren.

Es liegt nahe, in solchen inneren Skelettheilen des Kopfes und der Brustringe der Gliederthiere Organe zu erblicken, welche den das Gehirn und Rückenmark der höheren Thiere umschliessenden Wirbeln vergleichbar wären. In physiologischer Hinsicht ist ihre Bedeutung offenbar eine ähnliche; wie weit man aber morphologisch den Vergleich ausdehnen will, wird der Denkweise des Einzelnen überlassen bleiben. Meiner Meinung nach dienen diese inneren Skelettheile vor Allem als Muskelansätze, wesshalb sie auch zunächst nur im Kopfe und Brustkasten wegen der dort vorkommenden starken und mannichfaltigen Musculatur sich finden. Ihre Beziehung zu den Nervencentren ist eine secundäre.

Jedenfalls gehört die Entwicklung solcher inneren Skelettheile behufs Umschliessung von Nervenpartien nicht zu den durchgreifenden Merkmalen im Bau der Arthropoden; es giebt Gattungen, bei denen keine Spur davon wahrzunehmen ist. Aus meiner Erfahrung nenne ich z. B. die Käfer *Meloe*, *Timarcha*, *Telephorus*, bei welchen allen das Gehirn und Bauchmark wegen Mangels umschliessender oder überbrückender Hornleisten so frei liegen, dass sie mit leichter Mühe als ein Ganzes isolirt werden können.

Muskeln der Nervencentren. Gegenüber von Vorrichtungen, durch welche gewissen Nervencentren eine, man möchte sagen, unverrückbare Lagerung erwächst, ist andererseits einiger Organisationen zu gedenken, durch welche das gesammte Bauchmark oder wenigstens die Abdominalganglien etwas von der Stelle sich heben können. Man hat früher als „eine merkwürdige isolirt dastehende Eigenthümlichkeit“ am Nervensystem des *Phalangium* beschrieben, dass die Centralganglienmasse durch einen besonderen Muskelapparat hin und her bewegt werden könne. Nun ist zwar, wie ich gezeigt habe, unrichtig, dass die von Treviranus und Tulk gesehenen strahlenförmigen Muskeln sich an die Thoracalnervenmasse selber ansetzen. Sie heften sich nicht an die Nervencentren, sondern an eine innere Skeletplatte, welche unterhalb des Thoracalganglions liegt, wodurch denn aber allerdings nebenbei eine Hebung und Senkung des Bauchmarkes stattfinden mag ²⁾.

¹⁾ Sieh. unten „Arachniden“. — ²⁾ Taf. n. vergl. Anat. T. VIII, fig. 2, h. 1.
Leydig, Bau des thierischen Körpers. 14

Wenn also auch die Verhältnisse von *Phalangium* nicht hieher passen, so lassen sich doch andere Arthropoden namhaft machen bei denen quergestreifte Muskelbündel sich am Gehirn oder Bauchmark ansetzen.

Zuerst hat Treviranus gelegentlich ¹⁾ bemerkt, dass es ihm schien als ob bei einer Arbeitsbiene Muskelfasern sich am Gehirn inserirten doch bedürfe dieser Punkt noch näherer Untersuchungen. Dieser Zusatz deutet schon an, dass die Beobachtung eine nicht ganz leichte sein müsse und trotz wiederholter Prüfung kann auch ich mich hierüber nur für einige Thiere bestimmter ausdrücken. So habe ich mich bei *Dytiscus marginalis* überzeugt, dass an die Oberseite des Kehlknötens (untere Gehirnportion sich eine Partie von Muskelbündeln ansetzt ²⁾), welche von der Musculatur des Pharynx sich ablösend, unter der oben bezeichneten Quercommissur innerhalb des Gehirnringes durchgeht und auf der Mittellinie der unteren Hirnportion sich anheftet. Auch bei *Meloë rugosum* sehe ich an gleicher Stelle eine ganze Reihe von Muskelfäden sich inseriren.

Weniger klare Bilder habe ich bezüglich der oberen Hirnportion erhalten können; doch meine ich sowohl bei den zwei genannten Käfern, als auch bei *Telephorus* und *Copris* (*C. lunaris*) Muskeln, die dem Gehirn angehören, gesehen zu haben. Diese treten aber nicht an die Medianlinie heran, sondern jederseits an die Seitenhälften der oberen Hirnportion, und zwar scheinen es mir bei *Dytiscus* jederseits etwa drei sogenannte Primitivbündel zu sein, welche zugespitzt am Neurilemm ³⁾ endigten und festsasser

Besonders merkwürdig aber gestaltet sich die Musculatur des Bauchmarkes. Früher schon haben Beobachter, z. B. Blanchard wahrgenommen, dass bei den Heuschrecken über das Bauchmark in sehr regelmäßiger Anordnung Quermuskeln herüber ziehen, deren Insertionsstelle die Seitenfläche der Bauchschiene ist. Ich kann dies bestätigen und sehe dasselbe bei Grillen (*Acheta campestris*); auch hier überbrücken zugleich die Lappen des Fettkörpers abgegrenzte Muskelbündel das Bauchmark und zugleichweise die Längscommissuren.

Aber schon jetzt tritt diese Musculatur wenigstens theilweise in näher Beziehung zum Bauchmark; denn nachdem ich die Musculatur vorsichtig abgezogen, sehe ich an der isolirten Bauchkette, wie sich Fragmente von quergestreiften Muskelbündeln mit verbreiteter Basis an das Neurilemm an Längscommissuren anheften, zwar nur da und dort, aber an den Stellen die diess zeigten, mit völliger Klarheit.

Bei der Maulwurfgrille (*Gryllotalpa vulgaris*) kann das freie Auge nichts von überbrückenden Muskeln wahrnehmen; hat man indessen das Bauchmark nach der Methode, wie sie unten näher bezeichnet werden wird isolirt, so gewinnt man zugleich damit ein dünnes, weitmaschiges, hautartiges ausgebreitetes Muskelnetz, und ich glaube auch hier bemerkt zu haben dass sich ⁴⁾ sowohl an die Längscommissuren als auch an die Seitennerve einzelne Ausläufer des Muskelnetzes inseriren.

Hinwieder sehe ich bei einer Hummel (*Bombus terrestris*) schon mit

1) Biologie, Bd. V. S. 432. — 2) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. IX, fig. 1, c. — 3) Ich will indessen nicht verhehlen, dass es mir bei *Dytiscus marginalis* auch einmal vorkam, als ob die drei kegelförmig zugespitzten Muskeln sich an eine das Gehirn als Blutraum umgebende Membran ansetzten. — 4) Auch bei *Cerabus granulatus* habe ich nachträglich beobachtet, dass sich an die Verästelungen der Seitennerve, welche in der Nähe des Geschlechtsapparates sich verbreiten, quergestreifte Muskeln ansetzen.

freiem Auge eine dichte, aus Querbündeln bestehende Muskelhaut, die nur stellenweise netzförmig durchbrochen ist, über die Bauchganglienkette sich herüberspannen. Verbindungen mit dem Bauchmark selber kamen mir nicht zu Gesicht, nur an die vom letzten Ganglion weggehenden Nerven schienen mir sich da und dort Muskeln anzusetzen; auch ist gerade in dieser Gegend die Muskelhaut am meisten netzartig aufgelöst.

Um anzudeuten, dass bei Hymenopteren eine ähnliche Organisation wohl weiter verbreitet ist, bemerke ich, dass ich auch bei unserer grossen Blattwespe (*Cimbex variabilis*) das Muskelnetz über dem Bauchmark gelegentlich gesehen habe.

Geschah bei den vorgenannten Insectenarten die Verbindung der über das Bauchmark sich spannenden Muskelbrücken und Muskelhäute mit dem Neurilemm des Bauchmarks nur stellenweise, da und dort, so tritt unter den Dipteren bei den Tipuliden ¹⁾ das Muskelnetz mit der Ganglienkeite, nach der ganzen Länge und ohne Unterbrechung — blos das letzte Ganglion scheint frei zu sein — in die innigste Beziehung; ja das Muskelnetz hat hier einen paarigen Charakter, und die beiden Seitenhälften der netzförmig durchbrochenen Muskelhaut setzen sich zu beiden Seiten des Bauchmarkes an das Neurilemm an. Dabei nimmt ausserdem die Muskelhaut in ihren allgemeineren Umrissen ein Aussehen an, wie die sogenannten Flügelmuskeln des Herzens, demnach so, dass gedachte Haut aus dreieckigen Portionen besteht, deren Spitzen nach aussen gerichtet erscheinen, während die breite Basis dem Neurilemm sich anheftet.

Während man bei der gewöhnlichen Präparation leicht sieht, dass das Muskelnetz sich an das Nervensystem befestigt, so kann man doch erst nach Querschnitten durch das ganze, natürlich zuvor in Alkohol erhaltete Thier bestimmen, dass die von den Bauchschieneu sich herüberspannenden Muskeln zwar seitlich, doch genauer genommen mit der Dorsalfäche des Bauchmarks verwachsen sind.

Auch bei den Schmetterlingen (*Lepidoptera*) hat der Ganglienstrang des Abdomens eine besondere Musculatur. Da aber bei dieser Ordnung das Neurilemm zur Anheftung der Muskeln ein eigenthümliches Organ entwickelt, so wurden hier die Dinge sehr verkannt; durch das Nächstfolgende soll gezeigt werden, dass es sich indessen nur um eine Modification der soeben erörterten Organisation handelt.

Vor längerer Zeit (1831) hat nämlich Treviranus bei Schmetterlingen ein Gebilde angetroffen, das auf dem Nervenstrang des Bauches liege und mit demselben verbunden sei. Der Entdecker rechnete es zum Circulationsapparat und sprach das Organ für ein Bauchgefäss an. Eine Menge feiner Fäden zu beiden Seiten des Organs sollten die Bedeutung zarter Blutgefässe haben.

Unabhängig von Treviranus entdeckte zum zweitenmale Newport (1834) das fragliche Gebilde und hielt es ebenfalls für ein Blutgefäss, welches er der Suprascapulararterie der Myriapoden verglich. R. Wagner (1834), Leuckart (1847), sind wenig geneigt, den Strang für ein Blutgefäss gelten zu lassen, aber Keiner der Genannten vermag anzugeben, was das Organ zu bedeuten habe, wenn es kein Blutgefäss sei.

Zum drittenmal wird das Organ «entdeckt» von Dufour (1852), der aber hinsichtlich der eigentlichen Bedeutung sich jeder Aeussuerung enthält. Zuletzt hat Gegenbaur (1857), wahrscheinlich ebenfalls blos nach Vorlage der Angaben Anderer, jener Auffassung zugestimmt, welche ein wirk-

¹⁾ Sieh. m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VI, fig. 2, A.

liches Blutgefäss in dem Organ erblickt, wodurch dann die Circulation d Insecten mit jener der Myriapoden, wie Newport wollte, in grösseren Einklang käme. Meine eigenen Untersuchungen ergaben folgendes.

Das bei grösseren Schmetterlingen schon dem freien Auge wohl sichtbare Gebilde stellt sich bei geringer Vergrösserung als ein platter, das Bauchmark an beiden Seiten überragender Strang dar ¹⁾, dessen Farbe, Consistenz und nähere Form nach den einzelnen Arten etwas wechselt.

Am häufigsten blass gelblich ²⁾ gefärbt, zeigt er auch wohl ein stark gelbe Farbe, so z. B. bei *Argynnis Paphia*; hie und da erscheint er auch ohne farbigen Anflug (z. B. *Sphinx convolvuli*). Der Strang erstreckt sich nicht über den im Abdomen verlaufenden Theil des Bauchmarks hinaus: er beginnt an der Grenze zwischen Brustkasten und Hinterleib, doch so, dass seine Spitze ein wenig in den Thorax hineingreift (*Sphinx convolvuli*, *Smerinthus ocellatus*); hinten hört er gemeinhin am letzten Abdominalganglion auf. Beim Windenschwärmer habe ich wahrgenommen, dass sich der Strang, wenn auch etwas verschmälert, noch eine kurze Strecke weit über die zwei hinteren, dicht beisammenliegenden, den Längscommissuren der übrigen Bauchmarks entsprechenden Stammnerven erstreckt.

An seinem Vorderende erscheint der Strang entweder verdickt und hört plötzlich abgerundet auf, so z. B. bei *Vanessa urtica* oder er zeigt hier eine entschieden spitz zulaufende und flache Gestalt, so bei *Smerinthus ocellatus* und *Sphinx convolvuli*.

Was die eigentliche Lagerung des Stranges zum Bauchmark betrifft, so umschliesst er weder einen Theil desselben, noch wie er selber von irgend einem Theil der Ganglienkeite umhüllt, sondern verläuft als ein in gewissem Sinne selbstständiges Gebilde oberhalb des Bauchmarkes.

Schon aus dem Mitgetheilten erhellt, dass der Strang nicht entfernt „schlauchartig“ ist und keine Spur von Lumen oder Oeffnungen besitzt, wovon ich mich leicht durch die gewöhnliche Untersuchung an *Zygaena*, *Argynnis*, *Pieris*, *Vanessa* überzeugen habe. Es ist ein völlig solides und wie ich gleich beisetzen werde der Bindesubstanz zugehöriges Gebilde. Dass die zahlreichen Fäden, welche rechts und links von dem Strange weggehen, quergestreifte Muskelfasern ³⁾ seien, lehrt der erste Blick. Die Muskeln, indem sie an den Strang herantreten, bilden häufig zipfelförmige Partien ähnlich den Flügelmuskeln des Herzens.

Somit ergibt sich, dass das fragliche Organ nicht mit einem Blutgefäss verglichen werden kann, sondern ein mit dem Bauchmark verbundener bindegewebiger Strang sei, an den sich zahlreiche Muskeln festsetzen.

1) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. V, fg. 7, a, b. — 2) Art des Farbstoffes S. 219. — 3) Ueber die histologische Beschaffenheit der Muskeln sieh. unten S. 220.

Noch bestimmtere Aufschlüsse gewähren Querdurchschnitte durch das ganze Thier sowohl, als durch die einzelnen uns hier berührenden Theile. An *Sphinx convolvuli* ¹⁾ zeigten mir die Querschnitte, dass der Strang eine unmittelbare Fortsetzung des Neurilemms sei, dergestalt, dass er wie eine zweihörnige Figur dem Neurilemm aufsitzt und von ihm ausgeht. Wir erfahren mit andern Worten, dass derselbe die Gestalt eines dicklichen Längsbandes hat, das nach unten zu einem medianen Längskamm sich verjüngt und damit zwischen die Commissuren sich eindringend in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Neurilemm steht, man könnte sagen, eine Wucherung desselben ist. Die sich inserirenden Muskeln entspringen zu beiden Seiten von der inneren Fläche der Bauchwand, gehen quer herüber und endigen auf der Dorsalfläche des Stranges. Ueber die eigentliche histologische Beschaffenheit folgen gleich nachher einige nähere Angaben. (Vergl. S. 217.)

Durch voranstehende Darlegungen sind wir daher berechtigt, zu sagen, dass das sogenannte Bauchgefäß der Lepidopteren kein Circulationsapparat ist, sondern zur Aufnahme derjenigen Musculatur des Bauchmarks dient, welche bei andern Insecten unmittelbar dem Neurilemm sich anheftet.

Die Anwesenheit dieser auffallenden Musculatur lässt sich vielleicht einigermaßen begreifen, wenn wir den Gesamtbau der Arthropoden berücksichtigen. Während bei den Wirbelthieren die Nervencentren innerhalb eines eigenen, von festen Wänden abgeschlossenen Kanals liegen, sind sie bei den Arthropoden in einem und demselben Raum zugleich mit den übrigen Eingeweiden untergebracht.

Man könnte sich nun vorstellen, dass bei der eigenthümlichen Lagerung des Schlundes zum Gehirn die Schlingacte es nothwendig machen, dass das Gehirn durch besondere Muskeln mit den eintretenden Bewegungen der Umgebung sich in Einklang setze; und ebenso mögen in der Bauchhöhle gewisse Bewegungen des Körpers, namentlich beim Flug auf das Dasein obiger Musculatur, von welcher man bei Wirbelthieren keine Spur kennt, bedingend eingewirkt haben.

Uebrigens mag denn doch im Hinblick darauf, dass Trevi-
canus und Newport ein Bauchgefäß zu erblicken glaubten, gleich
an diesem Orte schicklich erwähnt werden, dass ich dem Bestreben
der oben genannten Forscher die Circulationsverhältnisse der Myria-
poden mit denjenigen anderer Arthropoden in eine gewisse Ueber-
Einstimmung zu bringen, denn doch mit einer andern Thatsache
entgegenkommen kann.

Bei manchen Arthropoden finde ich nämlich, dass das Bauch-
mark und ein ebenfalls median am Bauche verlau-
fender Blutsinus in einer gewissen näheren Be-
ziehung zueinander stehen. Es will mir vorkommen, wie
wenn bei den Asseln — es fiel mir diess namentlich bei *Asellus*
aquaticus auf — die reichliche Fettkörpermasse um das Bauchmark
herum zu einem Blutsinus gehöre, der den Nervenstrang umhülle.
Noch bestimmter glaube ich diess bei *Glomeris limbata* bemerkt

¹⁾ Sieh. Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. VI, fg. 1, c, d.

zu haben, allwo nach aussen von dem Neurilemm des Bauchstrangs ebenfalls noch eine besondere in den Fettkörper übergehende Hülle zugegeben war. Und endlich bei der Gattung *Julus* nimmt die fragliche Organisation offenbar einen ausgeprägteren Charakter an.

Schon Newport¹⁾ zeichnet ein Bauchgefäss, welches die obere Seite des Bauchmarkes bedeckt; ich selbst erkenne an dieser Stelle eine wie zu einem Gefäss gehörige, quergestreifte Ringmuskeln besitzende Haut, an welche sich wieder quergestreifte Muskeln von beiden Seiten her ansetzen²⁾. Nur ist es mir an den einheimischen Juliden bisher schlechterdings unmöglich gewesen, mit Sicherheit zu sehen, ob das am isolirten Bauchmark leicht zum Vorschein kommende Organ bloss dem Bauchmark innig anliegt, oder was mir immer wahrscheinlicher war, das Bauchmark völlig in sich einschliesse. An Bruchstücken eines lange in Weingeist gelegenen riesigen *Julus* (*Spirobolus*) aus Südamerika liessen sich hingegen Querschnitte anfertigen und die Frage entscheiden. Zur Seite des Bauchmarkes, dieses einschliessend, ist ein geräumiger Blutraum vorhanden, begrenzt vom Fettkörper und oben von der Membran, welche die quergestreifte, sich ans Neurilemm des Bauchmarkes anheftende Musculatur besitzt³⁾. Es herrscht somit zwischen dieser Organisation der Juliden und der oben von Hirudineen beschriebenen eine unverkennbare Verwandtschaft. Auch bei Insecten scheint Aehnliches vorzukommen. An Exemplaren von *Sphinx convolvuli* z. B., welche längere Zeit in Weingeist gelegen hatten, erscheint beim behutsamen Abheben des Bauchmarks, unterhalb desselben und nach der ganzen Länge ein grosser Raum, zwar nur begrenzt vom Fettkörper, aber von so glatter, bestimmter Fläche, dass man unwillkürlich zur Annahme eines unterhalb des Bauchmarkes befindlichen Blutsinns sich geneigt fühlen muss.

Histologie. Neurilemm. In allen Fällen, wo bei Arthropoden eine nähere Besichtigung möglich ist, zeigt sich, dass das Gehirn und Bauchmark sowohl, wie die von ihnen ausstrahlenden Nerven eine doppelte Hülle besitzen, die, obschon beide zur Bindesubstanz gehörig, in ihrer Structur von einander stark verschieden sind. Man unterscheidet somit ein inneres und ein äusseres Neurilemm.

Die innere das Nervengewebe zunächst umgebende Scheide ist eine mehr oder minder derbe Haut, bei zarten kleinen Thieren oft nur eine glashelle Membran, in der nach Reagentien kaum Spuren von zelligen Elementen in Form kurzer Längsstriche erkannt werden können. Dann aber wird sie dicker, derber, erscheint stark streifig,

1) *Phil. Trans.* 1843. Pl. XI. fig. 3, c. — 2) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. V. fig. 3, a. — 3) a. a. O. fig. 4. Durch den Längswulst d, welchen der Fettkörper in den Blutraum hinein bildet, erscheint letzterer in zwei Seitenhälften zerfallen; allein es hat mir denn doch öfters vorkommen wollen, als ob die beiden Seitenräume unterhalb des Bauchmarkes ineinander übergingen, mithin eigentlich ein einziger Sinus vorhanden sei.

so dass man wirkliche Fasern zu sehen glaubt; nach Behandlung mit Reagentien hat man schmale Bindegewebskörperchen mit Kernen und eine homogene gestreifte Grundsubstanz zur Ansicht. Diese innere Hülle kann als das eigentliche Neurilemm betrachtet werden.

Unterhalb des glashellen Neurilemms macht sich noch eine Schicht bemerklich, die bisher von Niemand unterschieden worden zu sein scheint, und bezüglich welcher man auch anfänglich im Zweifel sein kann, ob sie dem Neurilemm oder der Nervensubstanz zuzurechnen sei; doch habe ich nach näherer Prüfung an verschiedenen Insecten jetzt die feste Ueberzeugung, dass sie zu der Hülle gehört und namentlich zur glashellen Haut derselben in besonderer Beziehung steht.

Man betrachte sich die Ränder zunächst des Gehirns, etwa von *Dytiscus marginalis* ¹⁾. Wenn vielleicht schon bei der Herausnahme des Organs das Neurilemm an einer Stelle eingerissen ist, so wird man gerade hier leicht wahrnehmen, dass der glashellen Schicht nach innen ein Stratum dicht feinkörniger Substanz angelagert ist, in der klare, rundliche Nuclei eingebettet erscheinen. Zu eigentlich scharfen Abgrenzungen der granulären Substanz um die Kerne herum kommt es nirgends.

Diese Schicht, einmal erkannt, lässt sich nicht bloß am ganzen Gehirn, sondern auch an den Ganglien des Bauchmarks, sowie an den Commissuren nachweisen, endlich auch an den peripherischen Nerven, so lange sie noch eine gewisse Dicke haben.

Ich habe ausser dem genannten Käfer dieses Verhalten gesehen von *Arabus auratus*, *Locusta viridissima*, *Aeshna grandis*, der Raupe von *Aganessa polychloros*; an der letzteren war die Zahl der Kerne so gross, dass die Lage ein nahezu epithelartiges Aussehen annimmt.

Auch möchte ich, um nicht missverstanden zu werden, bemerken, dass man die Kerne der uns hier beschäftigenden Lage, sowohl durch ihre unendliche Gestalt, als auch mittelst der verschiedenen Einstellung des Mikroskopes, selbst an den Commissuren und den Nervenstämmen, von den übrigen Kernen der Nervenfasern ohne Mühe unterscheiden kann.

In andrer Weise zweifellose Bilder erhielt ich an den Nervenstämmen einer *Limarcha tenebricosa*, die einige Tage in doppelt chromsaurer Kalilösung eingelegt war. Die Masse der Nervenfasern hatte sich stellenweise vom Neurilemm rings herum weggezogen, wobei die Längskerne nur den Nervenbrillen angehörten, während die rundlichen Nuclei sammt der granulären Lage durchweg der Innenseite des Neurilemms fest anhängen. Zwischen dieser Matrix des Neurilemms und der Masse der Nervenfasern war ein leerer Raum eingetreten.

Wie ich schon andeutete, so kann man namentlich bei Besichtigung der Commissuren sich versucht fühlen, zu fragen, ob es nicht eine zarte, faserartige Rinde sei, die sich um die fibrilläre Masse herumziehe. Von einer solchen Annahme kommt man indessen zurück, wenn man z. B. das Gehirn längere Zeit vor Augen gehabt hat. An Exemplaren von *Dytiscus marginalis*, welche in doppelt chromsaurer Kalilösung getödtet waren, habe ich wiederholt gesehen, nicht bloß dass das Neurilemm weit ab von der

¹⁾ Steh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. IX, fig. 1, f, g.

eigentlichen Hirnsubstanz stand und diese nur locker umgab, sondern dabei blieb allezeit die fragliche Lage der Innenfläche des Neurilemmis und nicht der Oberfläche der Hirnsubstanz verbunden. Nicht minder weicht an den Commissuren, sowie an den Nervenstämmen der gesammte fibrilläre Inhalt nach Reagentien von unserer Lage zurück, während diese dem Neurilemm enge anhaften bleibt, so dass man dasselbe Bild hat, welches die Cuticula der äusseren Haut sammt ihrer Matrix unter denselben Umständen darbietet. Und das ist auch die Auffassung, unter welche ich die besprochene granuläre Schichte mit ihren Kernen stelle. Sie entspricht nach Bau und physiologischem Verhalten der Matrix des Hautpanzers. (Vergl. ob. S. 72.)

Ausserdem zeigt sich jetzt auch noch, dass eine feine hautartige Abgrenzung der eigentlichen Hirnsubstanz zugegen ist, welche ähnlich wie die Pia mater der Wirbelthiere die Blutgefässe, so hier die feinen Tracheen leitet, wobei man dann allerdings auch die Ansicht aufstellen kann, als rühre die Begrenzung von den Tracheen selbst her.

(*Tracheensäcke als Neurilemm.*) Etwas eigenthümlich sind die Verhältnisse des Neurilemmis am Gehirn mancher Hymenopteren, indem es hier von umhüllenden Tracheenblasen vertreten wird.

Schneidet man z. B. bei der Honigbiene die Stirnwand des Schädels weg, so fällt der Blick in den Raum einer grossen Tracheenblase, oder richtiger in zwei in der Mitte zusammenstossende und hier zusammenfliessende Tracheensäcke. Die äussere Wand der Blasen liegt der Innenfläche der Stirn an, die innere überzieht das Gehirn und zwar so, dass auch die Stirnauge rings herum von dem Tracheensack umfasst sind. Gerade unter dem mittleren Stirnauge, genau der Mittellinie entsprechend, sieht man eine Lücke, kürzer bei der Biene, weiter herabgehend z. B. bei *Bombus lapidarius*, welche immer von der Tracheenwand begrenzt wird. Man könnte sagen, das Gehirn der Biene sei von der Tracheenblase nach Art und Weise der serösen Säcke höherer Thiere umhüllt. Der dem Visceralblatte entsprechende Theil der Blase schickt eine Menge von Tracheenästen ins Innere des Gehirns.

Die Tracheensäcke haben an ihrer Innenfläche eine netzförmige Sculptur von zweierlei Zügen, stärkere, und von diesen umschlossen, feinere («modificirter Spiralfaden»). Bei *Bombus lapidarius* hat die tracheale Gehirn- hülle eine gelbliche oder «verhornte» Farbe; auch mit der Blase zusammenhängende Tracheen, die man in der Bucht zwischen den Sehlappen und den Anschwellungen der Antennennerven unterscheidet, sind so stark chitinisirt, dass sie tiefbraun aussehen.

Das äussere Neurilemm steht mehr in Beziehung zu den umliegenden Theilen; es ist viel weicher, lockerer, als das innere und hat einen zelligen Bau. Die Zellen sind zum Theil von ansehnlicher Grösse, bleiben meist rundlich, ihr Inhalt ist hell, kurz es gehört das äussere Neurilemm zum zellig-blasigen Bindegewebe ¹⁾.

Es geht diese Hülle unmittelbar in den Fettkörper über, ja ist

1) Sieh. oben S. 30.

hie und da selbst schon echter Fettkörper, wie ich es z. B. bei *Grylotalpa vulgaris*, dann auch bei *Forficula auricularia* sehe.

Ich habe früher ¹⁾ bei manchen Arthropoden, insbesondere bei dem Flusskrebs, die Structur der zelligen Hülle des Nervensystems verkannt, indem ich dasselbe nicht in eine Reihe mit der von mir lange zuvor bei Mollusken beobachteten zelligen Bindesubstanz setzte, sondern als gallertiges Bindegewebe ansprach. (Vergl. oben S. 30.)

Häckel hat diess unterdessen berichtigt. Das Gewebe bestehe nicht aus einem die Gallerte einschliessenden Maschenwerk mit Kernen in den Knotenpunkten, sondern die gallertige Substanz sei auch hier Zelleninhalt. Die Zellen sind zwar sehr nahe zusammengedrückt und greifen in einander ein, aber doch bleiben zwischen ihnen Räume übrig, die von einer etwas festeren Intercellularsubstanz eingenommen werden. Diese Intercellularräume, welche meistens eine deutliche Sternform haben, in Verbindung mit der wandständigen Lage der Kerne, sind es gewesen, welche mich früher beim Flusskrebs irre geführt haben, während ich schon damals, der Weichthiere nicht zu gedenken, von manchen Insecten ²⁾ hervorhob, dass die Gallerte Zelleninhalt und nicht Intercellularsubstanz sei. Und wie ich bei jener Gelegenheit beisetzte, dass mir die Gallerte sogar in eigenen Bläschen der Zellen enthalten zu sein scheine, so muss ich diess jetzt auch für die Fetttropfen behaupten, wenn sich solche bereits in dem zelligen Neurilemm abgelagert haben. Bei *Forficula* z. B. liegen die Fettkugeln in besonderen Hohlräumen.

Dergleichen fetthaltige Bindesubstanz häuft sich bei manchen Arthropoden am Gehirn und Bauchmark so an, dass dadurch die weitere Untersuchung oft wesentlich erschwert wird.

Nicht blos am Gehirn des Flusskrebses bildet es Schichten von einiger Mächtigkeit, ich sehe das gleiche z. B. bei *Porcellio*, *Oniscus*, *Asellus*, und zwar nicht allein am Gehirn, sondern nach der ganzen Länge des Bauchmarkes. Auch bei *Julus* verläuft gerade unterhalb des Bauchmarks ein Fettstreifen hin. Derselbe steht in Beziehung zu dem oben (S. 213) erwähnten Blutsinus.

Der (S. 213) abgehandelte eigenthümliche Strang an der Bauchganglienkette der Schmetterlinge, welchen verschiedene Forscher irrthümlich für ein Blutgefäss erklärt hatten, besteht ebenfalls aus zellig-blasiger Bindesubstanz.

Schon bei der Betrachtung des Organs von der Fläche macht sich eine Scheidung in einen mehr inneren Theil und in eine äussere Schicht mit länglichen Elementen sichtbar. So z. B. bei *Vanessa urticae*, *Pieris rapae*, *Zygana filipendulae* u. a. Auf Querschnitten des Strangs bei *Sphinx convolvuli* ³⁾ sieht man ebenso, dass die Zellen an der Peripherie länglich oval sind und mit ihrem längeren Durchmesser nach der Achse des Gebildes gerichtet; die innersten sind rundlich, ebenso die, welche unmittelbar den Raum zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarks ausfüllen. Die Gallerte ist in derselben Weise Zelleninhalt, wie es vorhin vom Neurilemm im Allgemeinen ausgesagt wurde, also auch in dem Falle, wo sich uns der Habitus des gallertigen Bindegewebes vorspiegelt. Zu äusserst grenzt noch eine feste Membran, in Continuität mit dem inneren oder eigentlichen Neurilemm stehend, das Ganze ab und um diese sieht man, doch

¹⁾ Histol. Seite 181. — ²⁾ a. a. O. S. 25. — ³⁾ Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VI, fig. 1.

fast nur spurweise, die zarte, lockere äussere Hülle des Neurilemms herumziehen, auch noch kenntlich an einzelnen begleitenden Fettkügelchen.

Der ganze Strang erinnert auf seinem Durchschnitt lebhaft an die *Chorda dorsalis* der Wirbelthiere. Bei manchen Arten gewinnt er geradezu ein Aussehen, wenn auch keineswegs ganz die Consistenz wie Zellenknorpel, indem zwischen den Zellen eine festere Zwischensubstanz in grösserer Menge sich hinzieht. So bei den zuletzt genannten Tagfaltern.

(Färbungen.) Das Neurilemm der Arthropoden kann Pigment enthalten, doch kommt dieses verhältnissmässig nicht gerade häufig vor. *Scolopendra forficata* z. B. zeigt, wie ich früher bereits meldete, und später wiederholt gesehen habe, über das Neurilemm weg violette, zerstreute Pigmenthaufen. Häckel bemerkte beim Flusskrebs „annahmsweise“ Pigment in Form dunkelrother, schön, verästelter Sternzellen und sah das Neurilemm der sympathischen Geflechte von *Homola Cuvieri* mit vielgestaltigen weissen, gelben, orangefarbenen und purpurrothen Flecken überstreut. Auf eine oranggelbe Pigmentirung des Gehirns mancher Daphniden habe ich ebenfalls aufmerksam gemacht. Ziemlich stark gelb sind auch öfters die Ganglien der Schmetterlingsraupen gefärbt; gelblichroth sehe ich sie bei *Papilio Machaon*, schwefelgelb bei der Raupe von *Smerinthus ocellatus*. Es fallen desshalb an frisch geöffneten Raupen die Ganglien viel schärfer in die Augen, als die farblosen, fast durchscheinenden Längscommissuren. Der färbende Stoff sind Körner, bei durchfallendem Licht von schmutziggelbem Aussehen; sie liegen im Protoplasma der Ganglienkügelchen.

Bei Insecten fiel mir ferner die Käfergattung *Timarcha tenebricosus*¹⁾ auf, an deren Gehirn man nach aussen, sowie an den Bündeln des Sehnerven einige grosse, dunkel violette, fast schwarze Pigmentflecken wahrnimmt. Doch habe ich mich bald überzeugt, dass dieselben schon in näherer Beziehung zum Augenpigment stehen und also streng genommen nicht hierher gehören, wesshalb davon auch erst später die Rede sein wird. Hier mag nur einstweilen bemerkt sein, dass man ähnliche Pigmentgruppen am Lobus opticus bei *Meloë*, *Telephorus* und andern sehen kann.

Was aber so recht eigentlich an dieser Stelle erwähnt werden muss, ist die entschieden röthlichgelbe Färbung, welche ich am Nervensystem von *Timarcha* und *Meloë* beobachte.

Dieselbe zeigt sich freilich nur an frischen Thieren; bei Individuen, welche z. B. in doppelt chromsaurer Kalilösung gelegen hatten, ist sie völlig geschwunden. Während aber sonst Gehirn und Bauchmark der Insecten ein mattes Weissgrau zur Schau tragen, ist die intensiv gelbe Farbe an genannten Käfern um so auffallender. Die Färbung ist diffuser Art und rührt her von dem auch die übrigen Eingeweide durchdringenden Farbstoff des stark röthlichgelben Blutes; am gefärbtesten sind Gehirn und Ganglien, weniger die Commissuren und Seitennerven.

Wenn ich sagte, die Färbung sei diffuser Art, so ist doch auch zu bemerken, dass man bei sehr intensivem Gelb z. B. an *Timarcha* im Neu-

1) Sieh. m. Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. VI, fig. 6, a.

emm auch gelbe feine Körnchen beobachtet, und was mir noch wichtiger scheint, man sieht mit aller Deutlichkeit einzeln oder in Gruppen und oft grosser Menge feine gelbrothe Plättchen, im Profil Stäbchen, die durch: wie Blutkrystalle sich ausnehmen und auch kaum etwas anderes sein können. Ich finde sie in grösster Menge bei *Meloë* und *Timarcha* ¹⁾.

Die gelbe diffuse Farbe des auf dem Bauchmark der Schmetterge ruhenden Stranges rührt wohl ebenfalls von dem Blutfarbstoff dieser Thiere her; die eigentlich zelligen Theile des Organs scheinen doch hier eine besondere Anziehung auf den Farbstoff auszuüben.

(*Blutgefässe und Tracheen.*) Das äussere oder zellige Neurilemma der Arthropoden steht in einer genauen Beziehung zu den Blutgefässen, sowie zu den Tracheen ²⁾, ist mit anderen Worten der eigentliche Träger dieser Bildungen.

Bei den Insecten, denen peripherische Blutgefässe im Allgemeinen abgehen, sieht man unschwer, dass die an die Ganglien anretrenden Tracheenstämme, deren äussere zellige Hülle („Perinealhülle“) von derselben Natur ist, wie das zellige Neurilemma, diesem zunächst verlaufen, dann aber allerdings ihre feinere und feinste Verästelung nach und nach ins Innere der Nervensubstanz verlegen. Auch die Blutgefässe der höheren Krebse (*Astacus fluviatilis* z. B.) haben, wo sie frei verlaufen, als äusserste Schichte der Umhüllung dasselbe zellig-blasige Gewebe, und bei denen, welche das Nervensystem versorgen, findet nicht minder ein continuirlicher Zusammenhang zwischen dieser Hülle und dem äusseren Neurilemma statt.

(*Contractilität.*) Es liegen Angaben vor, denen zufolge die Nervenreide der Insecten Contractilität besitzen solle. Ich vermag nicht dieses zu bestätigen; noch niemals bin ich musculöser Elemente ansichtig geworden, sondern lediglich dem Neurilemma angehört hätten, etwa in der Weise, wie ich es von mehreren Anneliden (S. 150) nachgewiesen habe. Ich glaube daher, auf eine Quelle der Täuschung näher aufmerksam machen zu können.

Natürlich meine ich damit nicht jene Fälle, wo durch Ringfalten des Neurilemmas das Ansehen entstehen kann, als ob Muskeln zugegen seien. Vergleichen Bilder, wenn sie auch auf den ersten Blick an Muskeln glauben machen könnten, lassen sich denn doch bald auf das zurückführen, was sie wirklich sind. Anders ist es mit den oben erörterten sympathischen Nervengeflechten, welche an den Seitennerven unterhalb des Neurilemmas verlaufen, denn sie sind es, welche in der That irreleiten können.

An einem der vom Kehlknoten kommenden starken Nerven des *Bombus lapidarius* machten sich mir zuerst, wie es schien, etwas schräg verlaufende Nervenfasern bemerklich. Ihrer Breite, ihrem sonstigen Aussehen nach konnten

¹⁾ Da mir das Vorkommen dieser Blutkrystalle weiterer Untersuchung werth zu sein scheint, so erlaube ich mir hier noch einer andern Beobachtung zu gedenken. An einer gut erhaltenen, aber ein halbes Jahr im Weingeist gelegenen *Timarcha tenebricosa* waren alle inneren Theile, die im lebenden Thiere die gelbe, oben besprochene Farbe haben, jetzt in gleicher Weise schwarz gefärbt, offenbar durch die umgewandelte Blutflüssigkeit. Nur die Fetttropfen waren gelb gefärbt geblieben. Auch die Blutkrystalle hatten sich überall erhalten. — ²⁾ Ueber die Tracheen des Bauchmarks s. auch noch Einiges, was hinter dem „Faserverlauf“ hierüber bemerkt ist.

sie für Muskeln, welche der Querstreifung entbehrten, gehalten werden. Auch die weitere Erkenntniss, dass sie nicht abgeschlossene Ringfasern seien, sondern wie spiralg zwischen Neurilemm und der Nervenfasermasse verliefen, konnte nicht gegen ihre muskulöse Natur zungen.

Als aber die fortgesetzte Beobachtung darthat, dass diese hellen anscheinenden Muskelfasern von Stelle zu Stelle den Nerven verliessen, um durch Theilung und Wiedervereinigung Netze zu bilden, da und dort mit zelliger Erweiterung an den Knotenpunkten, und als sich weiterhin selbst erkennen liess, dass sich einzelne Zweige an wirkliche ebenfalls aus dem Stammnerven herausgetretene Zweige anlegten und weiter peripherisch verliefen, so konnte kein Zweifel darüber mehr obwalten, dass die fraglichen Elemente sympathische Nerven seien.

Es stellt sich somit heraus, dass man es mit Nerven zu thun habe, welche, wie bereits (S. 204) gemeldet, in den Nervenstämmen z. B. des Bauchmarks von *Carabus* zunächst unter dem Neurilemm hinziehen und durch ihre helle Beschaffenheit von den übrigen Nervenfasern merklich sich abheben. Auf den Beobachter aber, der diese Verhältnisse noch nicht kennt, möchten sie den Eindruck machen, als ob es Muskeln des Neurilemms wären.

Ich weiss demnach nur von jenen Muskeln, welche von den Abdominalringen entspringend, in grösserer oder geringerer Ausdehnung an das Bauchmark sich ansetzen. (S. 212.) Dieselben sind quergestreift, freilich mitunter so schwach, dass diess schwierig zu sehen ist. Zahlreiche rundliche Kerne in den Netzen deuten auf die Entstehung aus verzweigten Zellen hin. Bei den Schmetterlingen, allwo die berührte Musculatur sich an den eigenartigen, vom Neurilemm herstammenden Längsstreifen ansetzt, geschieht dies unter fortgehender feiner, pinselförmiger Vertheilung auf der oberflächlichen freien Fläche des Stranges, wie ich besonders deutlich z. B. von *Archia carya* sehe. Aehnlich doch nicht in diesem hohen Grade ist das Endnetz bei den Tipuliden¹⁾. (Die Muskeln, welche ich ans Gehirn sich anheften sah (S. 210), waren gewöhnliche quergestreifte, sog. Primitivbündel, ohne Theilung.)

Nervöse Substanz. Die Untersuchungen über den Bau der Nervensubstanz bei Wirbellosen gingen Hand in Hand mit den Fortschritten, welche über die Structur des Nervensystems höherer Thiere nach und nach gewonnen wurden, wobei es dann allerdings zuweilen vorkam, dass man wegen grösserer Einfachheit der Bildung bei den Wirbellosen in irgend einer Frage einen gewissen Vorsprung erlangt hatte, bezüglich deren man bei Wirbelthieren noch im Unklaren sich befand.

Als die Kenntnisse über den Bau der Nervencentren noch in dem Stadium waren, dass man lediglich graue Materie und Mark unterschied, forschten die Beobachter auch blos darnach, ob bei Wirbellosen diese zwei verschiedenen Substanzen ebenfalls vorhanden seien. Swammerdam und Meckel hatten diess bejaht; Treviranus hingegen erklärte, er habe am Gehirn der Insecten und Würmer nie verschiedene Substanzen bemerken können, ohne jedoch gerade die entgegenstehenden Angaben vom Dasein einer grauen und weissen Substanz für eine Täuschung halten zu wollen.

1) Sieh. meine Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. VI, fig. 2.

Mit Bezug hierauf möchte ich gleich einschalten, dass man bei manchen Insecten auch ohne Mikroskop die fragliche Sonderung des Nervensystems leicht und sicher sehen kann. Das Gehirn z. B. von der Larve der *Aeshna grandis*, nachdem es einen Tag lang in Weingeist gelegen hat, zeigt mir an seinen beiden Halbkugeln und in deren seitlichen Verlängerungen zum Sehganglion eine rein graue Färbung, während nach aussen eine breite Zone von ausgesprochen weisser Farbe sich anschliesst, worauf wieder, ehe das Augenpigment beginnt, eine weissgraue Lage folgt. Am Gehirn verschiedener Käfer (*Dytiscus* z. B.) lässt sich eine ähnliche Scheidung in verschiedene Substanzen wenigstens mit der Loupe wahrnehmen.

Es war eine folgenreiche Entdeckung, als durch Hilfe des Mikroskops dargethan wurde, dass auch bei Arthropoden die eine der beiden Substanzen aus bestimmt geformten zelligen Elementen, den Ganglienkugeln, bestände. Dass die andere aus fibrillären Theilen sich zusammensetze, war schon früher erkannt worden.

Im Hinblick auf die vorhin angezogene Farbenverschiedenheit glaube ich besonders betonen zu dürfen, dass man keineswegs nach der Farbe die verschiedenen Nervensubstanzen der Wirbelthiere und Wirbellosen zusammenstellen kann. Bei den Wirbelthieren ist im Allgemeinen die weisse Substanz, die aus Nervenfasern gebildete, indem die Fett- oder Markscheide der Primitivfasern diese Farbe hervorruft; die graue Substanz ist die aus Ganglienkugeln oder freien Axencylindern geformte Masse. Hingegen bei den Wirbellosen ist nicht blos die aus Ganglienkugeln zusammengesetzte Substanz grau, sondern auch die Commissuren, die Nerven, haben die gleiche Farbe. Von wirklich weissem Aussehen sind nur die Centren eigenthümlicher Punktsubstanz im Inneren, wovon noch später die Rede sein wird.

(Ganglienkugeln.) Nachdem Ehrenberg die Ganglienkugeln als „keulenartige, trüberfüllte Organe“ von mehreren Wirbellosen, unter Andern von *Geotrupes* entdeckt, kamen auch alle späteren Untersucher zu dem Ergebniss, dass bei Insecten, Spinnen und Krebsen die Nervensubstanz aus zelligen Gebilden, den sogenannten Ganglienkugeln und zweitens, aus faserigen Elementen, den Nervenfibrillen zusammengesetzt sei.

Auch sprach man bereits damals die Ansicht aus, es möchten die Ganglienkugeln die eigentlichen Herde des Nervenlebens sein, die Nervenfasern hingegen mehr zur Leitung dienen. Man war ferner in der Kenntniss des anatomischen Verhaltens der beiden Elemente zueinander bald darauf um einen Schritt weiter gekommen, als der Stand in der Histologie des Nervensystems höherer Thiere war, indem mehre Beobachter sich davon überzeugt hatten, dass Ganglienkugeln und Nervenfasern in directem Continuitätsverhältniss stehen, während man dazumal für die Wirbelthiere nur ein Nebeneinanderliegen der beiden Elemente für zulässig erklären wollte.

Ueber Form, Grösse, Farbe, Structur der Ganglienkugeln habe ich

bereits oben ¹⁾ gehandelt, sowie über die Art und Weise, wie die Fortsätze dieser Gebilde zu den Nervenfasern stehen. Hier möchte ich nur noch einmal der Scheide der Ganglienkugeln gedenken und bemerken, dass man auch bei Arthropoden an peripherischen Ganglienkugeln sehr klar zu sehen vermag, wie eben diese Hülle nicht Zellmembran und nicht durch Verdichtung der Rindenschicht entstanden ist, sondern zum Neurilemm gehört und als bauchige Erweiterung von diesem den an sich hüllenlosen Ballen von Protoplasma umschliesst. Ich sehe dieses sehr schön z. B. an grossen Ganglienkugeln der Nervenverzweigungen, die bei *Tabanus bovinus* aus der zwischen Gehirn und Thoracalknoten laufenden Längscommissur entspringen.

Aus der Gruppe der Arthropoden waren mir früher neben Ganglienkugeln mittlerer Grösse nur bei Krebsen auch solche von bedeutendem Umfang bekannt; aus der Klasse der Insecten hatte ich blos die Horniss im Hinblick auf diesen Punkt angeführt.

Spätere Erfahrungen haben mich belehrt, dass im Gehirn und den Bauchmarksganglien wohl aller Insecten (und wahrscheinlich auch der Spinnen) zugleich mit kleinen und mittelgrossen auch sehr grosse Ganglienkugeln sich finden, die an bestimmten unten näher bezeichneten Orten sich zusammendrängend, Nester oder bestimmt begrenzte Paquete bilden. Die Ganglienkugeln der Nervencentren sind häufig von birnförmiger Gestalt oder noch länger gestielt. Hat man hiebei Ganglienkugeln von bedeutender Grösse vor sich, so lässt sich erkennen, dass die Körnchen des den Nucleus concentrisch streifig umgebenden Protoplasma nach dem Stiel hin linear sich ordnen, um hier zu fibrillärer Substanz sich umzugestalten.

Den Ganglienkugeln vielleicht verwandte, jedenfalls weiterer Nachforschung bedürftige Gebilde kommen in den Nervencentren mancher Gattungen vor, von denen ich allerdings nicht einmal zu entscheiden wage, ob sie in den Kreis normaler Bildungen gehören, oder nicht vielmehr pathologischer Natur sind.

Betrachtet man nämlich das Gehirn von *Glomeris limbata* ²⁾ bei geringer Vergrösserung, so erblickt man (ob bei allen Individuen weiss ich nicht mehr zu sagen) in den beiden Halbkugeln, also in symmetrischer Anordnung, je ein rundliches, scharf begrenztes, bläschenartiges Gebilde mit noch dunklerem kernartigem Innenkörper, das Ganze von der übrigen Gehirns substanz so stark abstechend, dass man unwillkürlich an die Ohrblasen mancher Weichthiere erinnert wird ³⁾. Bei starker Vergrösserung zeigt sich aber sofort, dass diese Aehnlichkeit eben nur eine zufällige ist; das Gebilde erscheint jetzt als eine derb streifige Kapsel, in deren Hohlraum ein Körper ruht, der abermals von einer concentrisch streifigen, gekernten Hülle umgeben ist. Er ist es, der bei geringer Vergrösserung einen rundlichen Otolithen vorspiegelt. Das Ganze hat scharfe das Licht stark brechende Ränder.

Ich habe keinen Zweifel, dass die von Zenker bei den Pycnogoniden beschriebenen eigenthümlichen Körper, die derselbe den Corpora amylacea des menschlichen Gehirns verglichen hat mit den von mir bei *Glomeris* ge-

1) Sieh. S. 88. — 2) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VII, fg. 3, 4' u. fg. 4. — 3) Sie sind vielleicht auch schon an einem anderen Crustaceum für ein Gehörorgan angegeben worden. Ich vermute diess wenigstens bezüglich der „Hörsteine“, welche im Gehirn von *Phyllosoma* nach starkem Pressen mittelst der Glasplatte nach Kroyer zum Vorschein kommen sollen. (*Kongelige Danske Vidensk. Selsk. Skrifter*. 1856.)

fundenen, zusammengehören. Beide finden sich in den Nervencentren, beide sind concentrisch gestreift und haben einen ungestreiften centralen Kern; nur besteht zwischen unseren Beobachtungen der Unterschied, dass bei *Pycnogonum* die Körper ohne scharfe Umrisse sind und nur von gleicher lichtbrechender Kraft, wie die übrige Ganglienmasse, während sie bei *Glomeris* gerade durch ihre dunklen Ränder sich als etwas besonderes von der übrigen Hirnsubstanz abzeichnen.

Für die Ansicht, dass die fraglichen Gebilde zur normalen Organisation gehören, würde sprechen, dass sie bei *Glomeris* auf beiden Hirnhälften eine ebenmässige Lage haben; auf ein pathologisches Verhalten liesse sich aber beziehen, dass sich in der Dicke der Hülle, Grösse der Innenkörper und dergleichen kleine Unterschiede zeigen.

Da ich den Wunsch hege, dass diese auffälligen Bildungen Gegenstand weiterer Prüfung werden möchten, so füge ich noch bei, dass ich bei einem frischen Exemplar von *Acilius sulcatus* an gleicher Stelle, nahe dem Vorderrand des Gehirns aber nur auf einer Seite einen eben solchen, ziemlich grossen geschichteten Körper bemerkt habe. Andere zugleich untersuchte Thiere derselben Art liessen das Gebilde nicht sehen.

Einen fernerer Anhaltspunkt zu einer etwaigen Aufklärung scheint mir das Gehirn von *Dytiscus marginalis* zu gewähren. Hier zeichnet sich eines der Paquets von Ganglienkügelchen, welche die zellige Rinde des Gehirns bilden und es ist das Paquet an der Stelle, wo die geschichteten Körper vorzukommen pflegen, durch mancherlei Eigenthümlichkeiten aus. Die Ganglienkügelchen sind mittelgross, aber ihre verhältnissmässig sehr umfangreichen Nuclei haben das Aussehen, die Lichtbrechung der «amyloiden» Substanz. An einem Gehirn, das in Alkohol gelegen und darauf mit Kalilauge behandelt wurde, quoll aus diesem Paquet in grösserer Menge eine kugelige geschichtete Substanz, die man wieder nach Aussehen und Lichtbrechung entweder frei gewordenem Nervenmark der Wirbelthiere oder der amyloiden Substanz vergleichen konnte. Aber und diess bleibt vorderhand störend genug — die ganze Erscheinung ist individuell: bei dem einen Thier kommt sie zur Beobachtung, an zahlreichen andern sucht man vergebens darnach.

(*Nervenfasern.*) Auf jeden Beobachter machen die Nervenfasern der Wirbellosen überhaupt und also auch diejenigen der Arthropoden zunächst denselben Eindruck, wie die sympathischen oder grauen Nerven der Wirbelthiere. Wie diese sind auch sie ohne Markscheide, und daher auch ohne die so auszeichnenden vom Fett hervorgerufenen dunkeln Ränder; die faserigen nervösen Elemente der Wirbellosen sind mit einem Wort blossrandig ¹⁾.

Und gleichwie es eine Zeit gab, in der manche Forscher das gesammte Nervensystem der Wirbellosen nur dem sympathischen System höherer Thiere an die Seite stellten, so kann man sich anfänglich bestimmen lassen, alle Nervenfasern der Wirbellosen vom morphologischen Standpunkt aus lediglich den sympathischen Fasern

¹⁾ Etwas individuelles scheint es mir zu sein, wenn innerhalb der Nervensubstanz mehr oder weniger zahlreiche kleine Fettpünktchen angetroffen werden, wesshalb ich nur im Vorbeigehen dieses Vorkommnisses gedenken möchte. An dem concentrirten Bauchmark des Rüsselkäfers *Melytes germanus* fiel mir zuerst auf, dass sehr zahlreiche Fettkügelchen, oft reihenweis geordnet in den Nervenstämmen des Bauchmarks zugegen seien. Ich möchte vermuthen, dass dieses manchmal noch Reste des Puppenzustandes sind, da ich auch an einem vor kurzem ausgeschlüpften *Cerobus aureus* dasselbe sehe, während ältere Thiere ein fettreiches Nervensystem besaßen.

der Wirbelthiere zu vergleichen; allein die tiefer gehende Untersuchung zeigt, dass ein solcher Vergleich ebenso irrthümlich ist, wie wenn man im gesammten Nervensystem der Wirbellosen nur das Analogon des Sympathicus der Wirbelthiere finden will.

Es ist schon seit längerem bekannt, dass beim Flusskrebs neben dem gewöhnlichen fibrillären Contentum der Nervenstämme noch andere davon sehr absteckende fasrig-röhrige Gebilde vorkommen, die Ehrenberg und Hannover bereits gekannt und die namentlich von Remak zuerst genauer beschrieben worden sind. Reichert hatte zwar diese «colossalen» Nervenfasern beanstandet und einen Irrthum vermuthet, allein mit Unrecht: ich habe sie am Flusskrebs sowohl früher als neuerdings wiederholt gesehen.

Auch kommen dieselben, was ich schon seiner Zeit anführte, nicht bloß beim Flusskrebs vor. Ich bezeichnete damals die Nerven von *Lampyræ splendidula* als solche, bei denen dergleichen Elemente zugegen sind und kann jetzt beifügen, dass sie sich wahrscheinlich in allen Insectenordnungen vorfinden, indem ich nicht bloß bei Käfern, sondern auch bei Dipteren (*Tabanus*, *Eristalis*), Hymenopteren (*Bombus*), Orthopteren (*Locusta*, *Acheta*, *Gryllotalpa*), Lepidopteren (*Sphinx convolvuli*) diese eigenartigen, breiten und gleichmässig hell aussehenden Nervenfasern angetroffen habe. Erwähnen swerth scheint es mir auch zu sein, dass diese auffallenden Elemente nicht in den aus der oberen Hirnportion kommenden Nerven zugegen sind, sondern nur in den Nerven der unteren Hirnportion und der übrigen Bauchmarksganglien. So war es wenigstens bei *Dytiscus marginalis*, allwo ich hierauf im Näheren geachtet habe.

Dem Voranstehenden zufolge könnte man demnach die Nervenfasern der Arthropoden bereits eintheilen in helle, breite, anscheinend röhrige Elemente und zweitens in die grauen, blässelgranulären vom Habitus der sympathischen Fasern der Wirbelthiere.

Allein es giebt Arthropoden, an denen ein einlässlicheres Betrachten dieser zweiten Gruppe von Nervenfasern zu der Erkenntnis führt, dass auch sie wieder verschiedener Art sind. Alle haben zwar, wie angedeutet, den granulären Habitus, aber die einen sind nicht bloß breiter, als die andern, sondern sie sind selbständiger, von festerer Natur, erscheinen als bestimmt gezeichnete, den Reagentien auch einen gewissen Widerstand leistende Faserzüge; während die andern granulären Fasern nicht den scharf ausgeprägten individuellen Charakter haben, daher ihre granuläre Substanz unschwer auseinanderweicht und die Faser als solche leicht zerstörbar ist.

Endlich giebt es Fasern, bei denen die granuläre Natur wie der zurücktritt, wodurch sie heller werden, aber abstandsweise in ihrem Inneren kleine oft schwer zu beobachtende Nuclei mit umgebenen Körnchenhaufen haben. Sie sind die eigentlich sympathischen Fasern, mag nun der Sympathicus von mehr selbständiger Form sein, oder nur seine Elemente den Spinalnerven beimischen. Gegeben die Peripherie zu werden die vorhin gedachten Nuclei an manchen dieser sympathischen Nerven grösser, und dann erinnert das Bild an die sogenannten Ganglienkegel der Wirbelthiere.

Um dem Einwand zu begegnen, als ob die angeführten Merkmale theilweise nur Folge der Präparationsart sein könnten, so mache ich gleich

merklich, dass man an jeder Stubenfliege (*Musca domestica*) den bezeichneten Unterschied der Fasern sehen kann. Man bringe den Brustknoten der genannten oder einer andern sich überall anbietenden Fliege, der *Eristalis tenax*, frisch und mit Zuckerwasser befeuchtet auf den Objectträger und man wird alsbald gewahr¹⁾, dass selbst die vom Knoten abgehenden Nerven durch die verschiedene Natur ihrer fibrillären Elemente und nach deren vorwiegender Menge unter sich von verschiedenem Aussehen sind.

So zeigt sich bei *Eristalis* z. B. der jederseits aus der Mitte des Ganglions kommende Nerv hell, nicht granulär und bei näherem Zusehen besteht aus den breiten und hellen, röhrligen Elementen; die Mehrzahl der übrigen Nervenstämme des Knotens hat ein dunkel granuläres, doch festes Aussehen, indem die Faser Elemente den vorhin bezeichneten selbständigen Charakter an sich tragen; endlich aber wird man zwei Nervenstämme entdecken, die nach hinten, nahe der Längscommissur abgehen, und obschon ebenfalls granulär, doch mit den vorigen nicht völlig übereinstimmen. Sie üben einen gewissen weichen Habitus, ein mehr trübes, zartes Aussehen, was wie die Faserzüge des Riechnerven bei Wirbelthieren, und der Inhalt tritt daher aus dem durchschnittenen Neurilemm als pulverige Masse aus. Um mit den sympathischen Fasern bekannt zu werden, muss man beim Herauslösen des Ganglions darauf Rücksicht nehmen, die Nervenverzweigungen streckenweise mit zu bekommen. Da sieht man dann unschwer, bei *Musca domestica* z. B., das allmähliche Entstehen der peripherischen Ganglien jenen sympathischen Nerven, welche sich abgezweigt haben, und ebenso wird man auch rückwärts deren faserige Elemente zwischen die weniger dichten spinalen Fasern der vom Brustknoten kommenden gemischten Nerven verfolgen können.

Unser einstweiliges Ergebniss lautet daher so: auch bei den Arthropoden sondert sich die Masse der Nervenfasern in mehrere Arten. Ehe wir die weiteren Eigenschaften derselben aufsuchen, wollen wir zuvor uns erinnern, dass nicht bei allen Gruppen dieses Thierkreises eine Nervensubstanz eine solche höhere Ausbildung erlangt hat. Ich habe schon früher an einem andern Orte²⁾ bemerkt, dass z. B. bei vielen Spinnenarten die Nervensubstanz zu Fasern von bestimmten Umrissen sich differenzire, als bei manchen Insecten, und ähnliche Erfahrungen wiederholen sich, je mehr Thiere in den Bereich der Untersuchung gezogen werden. Bei den Juliden z. B. hat das Bauchmark nicht bloß die mehrmals erwähnte Aehnlichkeit mit dem der Lumbricinen, sondern wie diese auch in den Nerven keine eigentlichen Fibrillen, sondern nur fibrilläre Punktsubstanz.

Die eben genannte Substanz ist der eigentliche Grundstoff der Nervenfasern, die wesentliche Nervenmaterie. Zwischen ihr und den Nervenfasern besteht der Unterschied, dass bei den Nervenfasern Längszüge der fibrillären Punktsubstanz zu neuen Einheiten sich zusammenthun, wobei die Abgrenzung gegeneinander, ähnlich wie um Protoplasma der Ganglienkugel nur durch festere Rindenbildung erfolgt, oder durch Auftreten von Nervenscheiden, die aber der Nervenmaterie fremde Theile und Bindesubstanz sind.

1) Was schon oben bereits S. 196 zum Theil erwähnt wurde. — 2) Histologie S. 50
Leydig, Bau des thierischen Körpers.

Am schärfsten ist die Hülle an den hellen breiten Nervenfasern, deren S. 224 von Krebsen und Insecten gedacht wurde und mit zahlreichen Kernen an der Innenseite der Scheide ausgestattet. Eben diese Kerne deuten auch an andern Nerven der Insecten die Existenz von schwachen Hüllen der Nervenfasern an, wenn die Linien derselben nicht mehr in klarer Weise unterschieden werden können.

Die riesigen hellen Nervenfasern des Flusskrebses zeigen aber ausser der fibrillären Punktsubstanz und der mit Kernen versehenen Hülle noch einen besonderen Stoff. Die fibrilläre Punktsubstanz bildet nämlich die Achse der Fibrille und hat, wie ich neuerdings nach Behandlung mit Alkohol und Essigsäure sehe, eigentlich eine bandartige, demnach platte Gestalt; den Raum zwischen ihr und der Scheide nimmt eine dickliche, wasserklare, durch Zusatz fremder Stoffe leicht gerinnbare Flüssigkeit ein. An den entsprechenden Nervenfasern der Insecten habe ich bisher nur diese zähe, schwach glänzende Substanz, nicht aber eine aus fibrillärer Punktsubstanz bestehende Achse unterschieden. Bedenkt man jedoch, dass selbst am Flusskrebs dieser Theil der Nervenfasern keineswegs jedesmal zur Ansicht kommt, so dass ein Beobachter wie Reichert das Gebilde ganz läugnet und Häckel dasselbe „sehr lange vergeblich suchte“, so wird es sich auch bei Insecten wahrscheinlich noch nachweisen lassen.

Was die Deutung dieser Substanz betrifft, so habe ich keinen Grund, von der von mir früher aufgestellten abzuweichen. Ich sehe auch jetzt noch in ihr das Analogon der fettreichen Markscheiden, welche den damit ausgestatteten Nervenfasern der Wirbelthiere ihren Glanz verleiht; selbstverständlich ist, dass die fibrilläre Punktsubstanz, welche in denselben Fasern die Achse und in den granulären die ganze Faser bildet, der Substanz gleichzusetzen ist, welche bei Wirbelthieren den sogenannten Achsencylinder erzeugt.

Dem Gesagten zufolge unterscheiden wir cerebro-spinale Fasern von dreierlei Art, sowie sympathische Fasern.

(Punktsubstanz.) Ausser den Ganglienkugeln, der einfach fibrillären Materie und den daraus zusammengesetzten Nervenfasern giebt es noch einen dritten elementaren Formbestandtheil der Nervenmasse: es ist Punktsubstanz von netz- oder geflechtartig gestricktem Charakter¹⁾. Dieselbe gehört den Nervencentren, dem Gehirn und Bauchganglien an. Sie nimmt die Mitte der Ganglien ein; gegen diese centrale Punktsubstanz richten sich die Stiele der Ganglienkugeln, um ihre fibrilläre Materie dort beizumengen

1) Vergl. oben S. 89, S. 91, S. 152.

und aus diesen centralen Herden von Punktmasse geht erst die einschichtige streifige Substanz der peripherischen Nerven hervor¹⁾.

Topographisch-histologisches. a) *Bauchmarksganglien.* Nachdem wir die Eigenschaften des Nervengewebes im Allgemeinen uns vorführen, haben wir auch die aus solchen Elementen gebildeten äusseren Massen ins Auge zu fassen und zu sehen, wie an ihnen die Theile des Nervengewebes räumlich geordnet sind.

Wir wollen hiebei von einem rein medianen unpaaren und wegen seiner Grösse leicht zu untersuchenden Theil, dem Ganglion frontale ausgehen.

Dasselbe scheint überall, wo ich es von Käfern und andern Insecten präparirte, den gleichen Bau zu haben; doch habe ich gerade im Näheren die Larve von *Aeshna grandis* hierauf besehen. Dort besteht es, wenn wir von innen nach aussen gehen, erstens aus der centralen Punktsubstanz, welche von ähnlich dreieckiger Form wie der Umriss des Ganglions selber, wissermassen den weissen oder bei durchgehendem Licht dunkeln Kern des Ganglions bildet; die drei Ecken dieser centralen Punktsubstanz lassen sich die zu den Nervenfasern sich zusammenlegende fibrilläre Materie hervorgehen. Um die centrale Punktsubstanz herum lagert sich zweitens eine Masse der Ganglienkugeln, wobei deutlich zu sehen, dass eine Gruppe äusserer Ganglienkugeln nur an der mittleren Wölbung des Ganglions sich anlagert; während kleine Kugeln den übrigen von der Centralsubstanz und dem daraus entspringenden Nerven freigelassenen Raum erfüllen.

Endlich drittens umschliesst ein Längskern besitzendes Neurilemma das Ganze. Unter diesem, also zwischen Neurilemma und Ganglienkugeln, befindet sich die granuläre Lage aus, welche einzelne rundliche Kerne einbettet und enthält und oben (S. 215) der Matrix der Cuticula der äusseren Haut verglichen wurde.

Was wir bezüglich der Lagerung der verschiedenen Theile der Nervensubstanz in diesem unpaaren Ganglion sehen, kehrt in allen Ganglienen des eigentlichen Bauchmarkes, Gehirn mit inbegriffen, wieder, aber in paariger Anordnung, entsprechend der Entstehung dieser Ganglien aus zwei Seitenhälften.

Bei verschiedenen Arthropoden, die an sich so durchsichtig sind, dass sie ohne weitere Präparation untersucht werden können, ist dieser Bau schon am lebenden Thier erkennbar.

Ich habe in dieser Beziehung bereits früher auf die Daphniden, sowie auf Insectenlarven, *Corixa striata* z. B., aufmerksam gemacht; möchte jetzt auch ferner namentlich auf die Larven der Wasserkäfer (*Dytiscus* im allgemeinen Sinn), sowie auf jene Dipterenlarven, die im Wasser leben, als auf sehr günstige Objecte hinweisen.

Aber auch an herauspräparirten Ganglien der verschiedensten Insectenordnungen sind die Grundzüge des Baues immer so, dass in den beiden Seitenhälften des Ganglions eine moleculare (genauer netzförmig gestrickte) Substanz in grösserer Anhäufung den Kern

¹⁾ Ueber die Endigungsweise der Nerven in den verschiedenen Organen wird bei diesen behandelt werden. Oben (S. 97) wurde bereits in Kurzem der Endigung der Nerven in der Haut, den Sinnesorganen und Muskeln gedacht.

bildet ¹⁾. Dieselbe muss von besonderer Bedeutung sein, was abgesehen von ihrer Lage sich aus dem Verhalten der Tracheen zu dieser Substanz folgern lässt. Ich sehe nämlich immer, dass unter allen das Gehirn oder die Bauchknoten zusammensetzende Partien die moleculare Kernsubstanz mit der reichsten Endausbreitung von Tracheen versorgt wird ²⁾. Die hierfür bestimmten Aeste lösen sich in äusserst dichte Endbüschel auf, die nach der Art ihrer Vertheilung entlaubten Weidenbäumen ähneln.

Die Gegenwart dieser zwei Centren ist auf verschiedenen zum Theil schon älteren Abbildungen angedeutet; Newport kennt sie und vergleicht sie der grauen Substanz, Blanchard bezeichnet sie als *deux nodules* im Centrum der Ganglien. Sie haben, was ich schon S. 221 erwähnte, bei auffallendem Licht eine weisse Farbe.

Wichtig ist ferner, worauf gleichfalls schon ³⁾ hingewiesen wurde, dass die beiden Centren moleculärer Substanz sich innerhalb des Ganglions durch Quercommissuren verbinden. Und ich habe nirgends, wo ich darauf achtete, diese Querbrücken vermisst. Am häufigsten sah ich deren zwei, in andern Fällen schien nur Eine da zu sein. Sie entstehen aus der Punktsubstanz ebenso, wie die streifige Substanz der Längscommissuren und die der Seitennerven aus ihr hervorgehen.

Die moleculäre dunkle Kernmasse entspricht im Umriss immer der bald mehr länglichen, bald mehr in die Breite gehenden Grundgestalt des Ganglions und zeigt öfters gegen die umlagernden Ganglienkugeln hin sehr reine Umrisse, so dass man selbst eine abschliessende Haut vermuthen möchte.

Ich habe solche Bilder von *Aeshna grandis*, Schmetterlingsraupen und Laufkäfern vor Augen gehabt, mich aber überzeugt, dass die Linie der scheinbaren Umhüllungshaut von luftleer gewordenen feinen Tracheen herrührt, Gebilde, die nebenbei gesagt, manche Täuschung veranlassen, und auch hier zur Annahme einer Grenzhaut führen können. (Vgl. auch S. 216.)

Bei längerer Beschäftigung mit diesem Gegenstand und indem man die Untersuchungsmethode vervielfältigt, lässt sich bezüglich der kleinen Ganglienkugeln auch bei den Insecten wahrnehmen, dass sie ebenso wie die grossen zu besondern Partien oder Paquets sich zusammenhalten, die mit eigenem Stiel der centralen Punktsubstanz aufsitzen. Indem ein Bauchmarksknoten auf diese Weise sein Inneres mannigfaltig gliedert, scheint er die verschiedenen Stationspunkte für Aufnahme und Abgabe der Nervenleitungen sich zu schaffen.

Solche Abgrenzungen zu besonderen Paquets erfolgen namentlich durch die Tracheen, welche sich zuletzt so über die Masse der Ganglienkugeln verbreiten, als ob sie gestielte Beeren zu umspinnen hätten.

1) Sieh. m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VI, fg. 2, a; fg. 3; fg. 6. Taf. VII, fg. 1 f; Taf. IX, fg. 1, m, fg. 2, f. — 2) Sieh. a. a. O. Taf. VII, fg. 1, c. — 3) S. 191.

Ich hätte hier abermals Veranlassung, des von mir zuerst ausgesprochenen und sich immer von Neuem bewahrheitenden Satzes zu gedenken, dass es sich fortwährend bei organischen Gebilden um Widerspiegelungen der Formen handelt. Indem mehrere der gestielten Ganglienkugeln sich zusammenlegen und als ein Ganzes von Tracheen umspinnen werden, entsteht ein gestielter Körper höherer Ordnung, oder ein Paquet von Ganglienkugeln.

Constante Stellen, wo man Gruppen grosser Ganglienkugeln antrifft, sind die Räume vorn und hinten am Ganglion, zwischen den längstreifigen Massen der beiden ins Ganglion eingetretenen Längscommissuren, also gerade da, wo der unpaare Nerv, den ich oben als Sympathicus bezeichnet, wurzelt.

So finde ich es an den eigentlichen Abdominalganglien bei Käfern, bei Heuschrecken, Libellen und andern Insecten¹⁾. In den massigeren Thoracalganglien unterscheidet man aber auch seitliche, demnach paarige Ansammlungen der gedachten grossen zelligen Elemente, und zwar bemerke ich z. B. in der Larve von *Aeshna grandis*, in den drei grösseren Brustknoten je ein vorderes und ein hinteres Paar solcher Nester grosser Ganglienkugeln.

Es gehört wohl zu den durchgreifend gesetzlichen Bildungen, dass die Knoten des Bauchmarkes nach der Bauchseite hin ihre eigentliche Wölbung haben. Man überzeugt sich hievon am bestimtesten dadurch, dass man die Ganglien von der Seitenlage betrachtet; sie sind alsdann nach oben ziemlich flach, hingegen stark convex nach unten. Die Wölbung rührt davon her, dass eben die Masse der Ganglienkugeln nach unten zu am beträchtlichsten, ferner auch die moleculare Centralsubstanz nach der Bauchseite gewölbt und nach dem Rücken hin flacher ist.

Wenn in dem Vorhergehenden der Bau eines einfachen Abdominalganglions in seinen wesentlichen Momenten derart gefasst wurde, dass zwei durch Quercommissuren verbundene Herde von Punktsubstanz die Centren bilden, um welche sich die Paquete der Ganglienkugeln gruppieren und aus welchen die Nervenfasern kommen, so lässt sich schon im Voraus vermuthen und es wurde bereits oben kurz erwähnt, was die grösseren z. B. die Thoracalganglien und sog. verschmolzenen Ganglien darbieten werden. Es zeigen sich im Inneren derselben Wiederholungen dessen, was wir als die Grundzüge im Bau der einfachen erkannt haben.

Ich habe in dieser Beziehung das hinterste stark verlängerte Abdominalganglion von *Dytiscus marginalis* untersucht; wobei ich übrigens zuvor bemerken möchte, dass hier wegen der Menge der Tracheen und der bei Reagentien bald eintretenden Trübung die Beobachtung der fraglichen Structur keine ganz leichte ist, ja eigentlich nur an frischen Objecten ausführbar wird, oder an solchen, die höchstens einige Stunden in doppelt chromsaurer Kalilösung gelegen haben.

Nur an Ganglien von noch einigermaßen durchscheinender Beschaffenheit lässt sich erkennen, dass im Inneren drei Paar Herde centraler Punkt-

¹⁾ Taf. z. vergl. Anat. z. B. Taf. IX, fg. 1, n, fg. 2, h.

substanz sich vorfinden. Aus den beiden vorderen entspringt die Fasermasse der Seitennerven; aus dem hinteren, welches das voluminöseste ist, kommt die Fasermasse der hintersten Nerven, welche als die Aequivalente der Längscommissuren die dicksten sind. Wie viele Quercommissuren die centralen Herde im Inneren des Ganglions verbinden, konnte ich nicht mit völliger Bestimmtheit sehen; es schienen mir für jedes Paar zwei da zu sein.

Doch nicht immer ist das verdickte Schlussganglion des Bauchmarkes ein aus mehreren verschmolzener Knoten ¹⁾. Ich nenne hiezu aus meiner Erfahrung den *Carabus auratus*, dessen hinterstes Abdominalganglion grösser ist, als die vorausgehenden, aber im Inneren nur Ein Paar der centralen Herde aufweist, gleich den übrigen Abdominalknoten.

Es giebt mithin die Zahl der im Inneren der Ganglien befindlichen Centren weisser Substanz immer einen Anhaltspunkt für die Entscheidung der Frage, ob ein massiger Knoten als ein einfach vergrößerter oder als ein zusammengesetzter zu betrachten sei.

Für die Thoracalganglien wählte ich als Beispiel den *Sphinx cora volenti* ²⁾.

Hier sieht man im Brustkasten ein vorderes kleines, rundliches Ganglion und ein hinteres grosses von birnförmiger Gestalt, ohne seitliche Einkerbungen. Aber im Inneren unterscheidet man nicht bloss zwei Paare der erwähnten Centren, wovon das vordere etwas stärker als das hintere ist, sondern ausserdem noch ein kleines drittes oder hinterstes Paar, dessen Seitenhälften aber so verschmolzen sind, dass es sich wie ein unpaariges Centrum ausnimmt.

Ich hatte zu dieser Untersuchung Thiere genommen, welche längere Zeit im Weingeist aufbewahrt waren und die jetzt nach Zusatz von Essigsäure die centralen Herde in dem erwähnten Brustganglion so scharf zeigen, dass man dieselben schon mit freiem Auge als braune gelbliche Massen von der übrigen grau gelblichen Substanz unterschied.

b) *Untere Hirnportion*. Das erste Ganglion des Bauchmarks oder die sogenannte untere Portion des Schlundringes habe ich oben S. 185 zum eigentlichen Gehirn gerechnet und dadurch vom übrigen Bauchmark in gewissem Sinne getrennt. Es darf so jetzt gefragt werden, ob auch im Bau Merkmale hervortreten, welche diese Auffassung rechtfertigen. Ich habe bisher bloss an zwei Käfern an *Dytiscus* ³⁾ und *Telephorus*, das fragliche Ganglion mit Rücksicht hierauf näher betrachtet.

Hier stimmt dasselbe mit den gewöhnlichen Knoten insofern überein, dass es nur Ein Paar centraler Herde besitzt; weicht aber darin ab, dass die Zahl der diese beiden Gebilde verknüpfenden Quercommissuren zahlreicher ist, als in den einfachen Bauchknoten. In den übrigen Verhältnissen herrscht, insoweit ich diess verfolgen konnte, Uebereinstimmung mit den letztern; namentlich liegen auch hier die Haufen oder Nester der grossen Ganglienkerne in der Mittellinie, vorn und hinten zwischen den aus- und eintretenden Längscommissuren. An *Dytiscus* ist es mir mehrmals nach Einreissen des Neurilemms gelungen, die deutlich gestielten Ganglienpaare

1) Vergl. oben S. 198. — 2) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. V, fig. 7. 3) a. a. O. Taf. IX, fig. 1, B.

vorquellen zu sehen. Ihre Begrenzung geschah auch hier durch die zarte die Tracheen leitende Binde substanz.

Somit ist der Bau der unteren Hirnportion im Wesentlichen demjenigen der einfachen Bauchknoten gleich, und nur durch die grössere Zahl der Quercommissuren im Inneren entwickelt sich ein gewisser complicirter Charakter.

c) *Obere Hirnportion.* In höherem Grade zeigt sich die über dem Schlund liegende Hirnpartie in ihrer inneren Zusammensetzung von den Ganglien des Bauchmarkes verschieden.

An den Anschwellungen unterscheidet man zwar wieder eine centrale von den Ganglienkugeln umhüllte Masse, aus der die Nervenfasern ihren Ursprung nehmen; auch ist diese in manchen Fällen, so im Gehirn von Onisciden, Larven der Dytisciden von derselben dunkel granulären Beschaffenheit, wie die Ganglien des Bauchmarks.

Nicht minder gewahrt man, dass die Ganglienkugeln an bestimmten Stellen verschiedener Art sind; während z. B. bei *Porcellio scaber* die weitaus grösste Mehrzahl der Ganglienkugeln im Gehirn ein scharfrandiges Aussehen und selbst einen nicht zu verkennenden röthlichen Schimmer besitzt, so bemerkt man in der nach unten oder rückwärts von den Sehlappen folgenden Anschwellung ein Paquet ganz anderer, nämlich zartrandiger, blasser, feingranulärer Ganglienkugeln von grauer Farbe. In ähnlicher Weise macht sich, wie ich ferner an *Glomeris* sehe, jederseits der beiden Halbkugeln eine bestimmt unterschiedene Gruppe grösserer Ganglienkugeln bemerklich; namentlich gut, wenn passende Reagentien und leichter Druck angewendet werden.

Die nächste Haupteigenthümlichkeit im Baue des Gehirns scheint mir aber darin zu bestehen, dass die moleculäre Centralmasse ihr Aussehen und ihre Beschaffenheit umgeändert hat.

In den übrigen Bauchmarksknoten dunkel granulär, wird dieselbe im Gehirn eine helle und festere Substanz. Während bei derselben Beleuchtung (durchfallendes Licht) in einem Bauchknoten die aus den Ganglienkugeln zusammengesetzte Rinde sich hell und der moleculäre Kern sich dunkel ausnahm, so sehe ich jetzt am Gehirn der verschiedensten Arthropoden das Umgekehrte. Die Innenmasse ist in den beiden Seitenhälften so hell geworden, dass die Rinde als dunkle Einfassung auftritt. So z. B. bei *Glomeris marginata*.

Schon bei der eben genannten Myriapodengattung zeigt sich ferner, dass die helle Kernmasse in beiden Hirnhälften nicht mehr wie in den andern Ganglienknoten nur einfach die Umrisslinien der Hirnhälften wiederholt, sondern eine davon verschiedene, tief eingeschnittene, wie gelappte Figur bildet. Dadurch nun, dass bei gewissen Insecten von der hellen Central- oder Markmasse sich Züge von bestimmter Form erheben, auch wohl fast ganz von ihr sich

abschnüren, gewinnt das Gehirn durch die jetzt mannigfaltige Vertheilung von Rinde und Mark eine sehr differenzirte Beschaffenheit.

Soweit bis jetzt die Untersuchungen gehen, zeigen mir diesen Bau namentlich die gesellig lebenden Hymenopteren, von welchen ich das Gehirn der Biene, Hummel, Wespe, der Horniss, sowie der Ameise näher geprüft habe.

Die Studien über das Gehirn der Arthropoden nach dieser Richtung hin haben noch kaum begonnen und es mögen daher hier bei der Wichtigkeit und Neuheit des Gegenstandes vor Allem einige Winke über die Methode der Untersuchung am Platze sein.

Am frischen Gehirn lässt sich wenig sehen; dasselbe ist zu weich, dass man für unsern Zweck viel damit anfangen könnte. Ich finde zweckmässigsten, lebende Thiere in Alkohol zu werfen, dann das erhärtete Gehirn behutsam unter Wasser aus dem Schädelraum herauszulösen und mit (35procentiger) Kalilauge zu behandeln. Das Gehirn wird jetzt stark durchscheinend und indem man ein Deckglas auflegt, lässt sich, zumal bei kleineren Insecten, Ameisen z. B., mit geringer Vergrösserung schon in guter Uebersicht über die Zusammensetzung gewinnen. Dass man in andern Fällen auch Essigsäure auf das in Alkohol erhärtete Gehirn einwirken lässt, auch theilweisen Druck anwendet, ist selbstverständlich.

Die grosse Intelligenz, die sich im Thun und Treiben der Bienen ausspricht, hat schon mehrmals die Beobachter, welche in das Geheimniss von der Grösse und Abnahme der Geisteskräfte durch Entwicklung und Zurückschreiten des Gehirns einzudringen versuchten, veranlasst das Gehirn dieser Thiere sich anzusehen.

So hat schon Treviranus¹⁾ vom Gehirn der Biene und einiger Hummeln vergrösserte Abbildungen gegeben, die für jene Zeit (1818) als sehr genau bezeichnet werden müssen. Er findet, dass bei der Biene das Gehirn gegen die Nerven der Baucheingeweide und gegen die Knoten der Nerven weit grösser als bei irgend einem andern Insect sei; hiebei hebt er hervor, dass diese Massenzunahme lediglich auf besonderen Anschwellungen für die beiden zusammengesetzten Augen, dann für die drei einfachen Augen und für die Fühlhörner beruhe. — (Vergl. auch oben S. 185.)

In unseren Tagen hat ein französischer Forscher, Dujardin, ohne es scheint von den einschlägigen Arbeiten des Treviranus etwas zu wissen, das Gehirn der Biene und anderer Hymenopteren einer sorgfältigen Prüfung unterzogen²⁾ und darüber eine in hohem Grade interessante Abhandlung veröffentlicht. Er kommt zu dem Ergebniss, dass das Gehirn jener Insecten, welche durch grosse Intelligenz sich auszeichnen, also der Bienen und anderer gesellig lebenden Hymenopteren, ausser den gewöhnlichen Massen noch zwei symmetrisch gelagerte Bildungen von eigenthümlicher Form besitze, die er Lappen mit Windungen oder radial gestreifte Scheiben nennt; sie seien überlagert von einer pulpösen Rinde. Bei Insecten mit geringer geistiger Entwicklung bekommt die letztere Substanz das Uebergewicht und die gestielten Körper treten bis zum Verschwinden zurück. Die Ganglien des Thorax und Abdomens würden ausschliesslich von der pulpösen oder Rindensubstanz gebildet. Da demnach die Leistungen dieser Portion des Nervensystems rein instinctiver Art seien, so müssen die gestielten Körper des Gehirns mit den höheren geistigen Fähigkeiten in Beziehung gesetzt werden. So weit Dujardin.

Ich habe ebenfalls zuerst die Biene gewählt, obschon ich jetzt denken,

1) Biologie. Bd. V. — 2) *Annal. d. sc. natur.* 1850.

welche den Gegenstand nachprüfen wollen, die Waldameise (*Formica rufa*) vor Allem vorzunehmen rathe.

Wenn man das sammt den einfachen und zusammengesetzten Augen aus dem Kopf ausgeschnittene Gehirn der Biene ¹⁾ betrachtet, und zwar bei geringer Vergrößerung, so fällt zunächst auf, dass in den beiden Seitenhälften sich Figuren abheben, welche durch Farbe und sonstiges Aussehen ziemlich bestimmte Umrisse haben. Liegt das Gehirn so vor uns, dass es die Vorderfläche dem Beschauer zukehrt, so sehen wir einmal innerhalb der Anschwellungen für die Antennennerven eine helle homogene Substanz in Ballenform (wie ein gefurchtes Ei), das Ganze umgeben von einer granulären Rindensubstanz ²⁾. Dujardin hat diese Eigenthümlichkeit bemerkt, aber die Ballen als Papillen aufgefasst ³⁾. Es sind indessen kugelige Abtheilungen einer fein granulären Substanz, mit einem allerdings schwer sichtbaren Nucleus, somit hüllenlose Ganglienkugeln nach herkömmlicher Bezeichnung.

Nicht minder beachtenswerth verhält sich jener Theil des Gehirns, der den primären Anschwellungen der beiden eigentlichen Halbkugeln entspricht ⁴⁾. Auch an ihm ist vor Allem zu unterscheiden zwischen einer dunkeln, granulären graufarbigten Rinde und der hellen homogenen Innensubstanz von gelblichem Anflug, welch letztere wieder an Masse die weitaus überwiegende ist.

Gar merkwürdig ist nun, dass an der Stelle, wo die beiden eigentlichen Centren des Gehirns zu suchen sind, demnach gerade in der Mitte der primären Anschwellungen, diese homogene Innensubstanz eine Differenzirung in der Art an den Tag legt, dass ein grosser kernähnlicher, solider Ballen von runder Form sich abscheidet, um den zunächst eine lichte Zone wie ein Hohlraum verläuft. Die nächst angrenzende Substanz zeigt eine auf den Ballen sich beziehende concentrische Streifung. In einer andern Weise betrachtet liesse sich auch sagen, ein riesiger Nucleus ⁵⁾ bildet die eigentlichsste Mitte, den Herd, in den beiden Hirnhälften; und die vorhin erwähnte helle Innensubstanz gehört zu ihm als ein in gleichem Massstab entwickeltes Protoplasma. Dujardin hat auch diesen Nucleus dargestellt, aber einfach als Höcker („*tubercule*“) bezeichnet.

Da es bei einer nicht tiefer gehenden Untersuchung scheinen kann, als ob die eben beschriebene Partie: die Scheidung in den centralen Ballen, helle Ringzone und concentrische Schichtung der Umgebung, durch eine hier befindliche Oeffnung der das Gehirn deckenden Trachealhaut herrühre, so sei ausdrücklich erwähnt, dass die Körper isolirbar sind.

Die helle homogene Innensubstanz, die ich vorhin auch wohl einem Protoplasma im Hinblick auf den grossen Centralballen verglichen habe, verlängert sich in den sogenannten Sehlappen ⁶⁾ des Gehirns und nach vorgängiger Einschnürung schwillt sie wieder kolbig an. Es folgt jetzt weiter nach aussen eine dunkel granuläre Rindenschicht, dann wieder eine breitere, hellere Zone, in der schon die Streifen der sich herausbildenden Sehnervenfasern sichtbar sind.

Lassen wir aber einstweilen diese und die darauf sich anschliessenden schon dem Netzauge angehörigen Lagen unberücksichtigt und wenden unsere Aufmerksamkeit dem Theile zu, welchen Dujardin als Lappen mit Win-

1) Sieh. m. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VIII, fig. 3. — 2) a. a. O. fig. 3, a. — 3) „*Un Lobe particulier, contenant un petite masse de substance blanche de forme bien déterminée, qui se termine en avant par un tubercule hérissé de papilles divergentes.*“ — 4) a. a. O. fig. 3, b. —

5) Ein ähnlicher colossaler Kern findet sich nach meiner weiteren Beobachtung (siehe unten „Isopoden“) in je einer Seitenhälfte des Gehirns von *Oniscus* und *Porcellio*. Die von mir früher schon (Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. 1853) in den Gehirnlappen von *Coccus* angezeigten grossen Nuclei mögen vielleicht verwandter Natur sein. — 6) a. a. O. fig. 3, d.

dungen oder als radial gestreifte Scheiben, gleich einem Pilzhut dem Gehirn aufsitzend beschrieben, nachdem sie schon Treviranus als Hervorragungen, auf denen die einfachen Augen ruhen, bezeichnet hatte.

Auch sie lassen den an andern Hirnpartien hervorgehobenen Unterschied ihrer Substanz erkennen. Denn sie bestehen ebenfalls aus der hellen, gelblich angeflügten Masse und der granulären grauen, bisher Rindensubstanz genannten Materie. Die «Scheiben» liegen auf den primären Hirnanschwellungen, so dass sie das Gehirn nach oben in der Mitte verdicken, zwar leicht als besondere Bildungen sich auffällig machen, aber dem weiteren Forschen nach ihrem Bau sich nicht ganz leicht erschliessen.

Ist das Gehirn durch die Herausnahme aus dem Schädelraum in seinen Theilen noch wenig verschoben worden, so stellen sich gedachte «Scheiben» wie paarige ründliche Hirnabtheilungen dar ¹⁾, an denen im Widerspruch mit den Anschwellungen für die Antennennerven sowohl, als auch im Gegensatz zu den primären Seitenhälften des Gehirns die graue granuläre Rindensubstanz nach innen, und die helle homogene, sonst nach innen liegende Masse, hier die Rinde bildet, wie wenn demnach die Lage völlig gewechselt habe. Allein diess ist Täuschung. Sobald der das Netzauge tragende Lob opticus sich etwas nach unten senkt und damit die Scheiben aus ihrem festeren Zustande gelöst werden, zeigt sich, dass die graue, granuläre Masse in Continuität mit der Rindensubstanz geblieben und dieselbe vielmehr nur sich zweimal eingestülpt hat. Die helle Substanz aber verhält sich zu ihr nicht wie eine die graue Masse völlig abschliessende Blasenwand, sondern wie eine bandartige Einfassung, deren Rand auch wohl wie eine Krempe nach innen gebogen ist. Dieser Theil ist es denn auch, der die «Windungen» erzeugt, von denen Dujardin spricht und die denen der Säuge-thiere vergleichbar seien. Etwas isolirt ²⁾ und unter leichtem Druck erinnert auch, was nicht zu verkennen ist, das Bild der «Scheiben» an gewundene Hirnpartien; nur möchte ich ausdrücklich bemerken, dass die «Windungen» nicht nach aussen hervortreten, und somit auch nicht auf das Relief der Gehirnoberfläche einwirken.

Unter den eben gedachten Bedingungen fühlt man sich auch zu der Frage veranlasst, ob denn diese hellen gewundenen Züge für sich bestehen, oder mit der gleich hellen Masse, welche oben Centralsubstanz der beiden Hirnhälften genannt wurde, einen Zusammenhang unterhalten. Ich glaube auch für die Biene das letztere bejahen zu müssen. Je eine Scheibe, d. h. die helle, bandartige Einfassung derselben steht durch eine kurze stielartige Verlängerung mit gedachter Centralmasse in Continuität.

Will man übrigens die mannigfaltigen Bilder, welche man bei Anwendung von Essigsäure, Isolirung der Theile und methodischen Druck erhält, deuten und zu einem Ganzen vereinigen, so wird man erfahren, dass diess sehr schwierig ist. Auch Dujardin behilft sich damit, an einen Pilzhut oder an die Fruchtbildungen der Flechten zu erinnern. Ich möchte vielmehr noch am ehesten die helle gewundene Substanz einem scharf begrenzten niedrigen Becher vergleichen, gefüllt mit eingedrungener Rindensmasse, obgleich ich mir bewusst bin, dass auch dadurch das Verhältniss nicht genau versinnlicht wird.

Anwendung starker Vergrösserung, wodurch der histologische Charakter der verschiedenen Substanzen hervortritt, bestätigt die obigen Auseinandersetzungen. Was bisher graue oder granuläre Rinde genannt wurde, besteht aus kleinen Ganglienkugeln, die ausser dem Kern noch feine schwarze Körnchen (Fetttröpfchen) einschliessen. Von der gleichen Art erweist sich

1) Sieh. a. a. O. fg. 3, c. — 2) Sieh. a. a. O. Taf. VIII, fg. 5.

jener Theil der Rinde, welcher in den «Scheiben» central zu liegen scheint, während jetzt bei starker Vergrößerung sich unschwer sehen lässt, wie auch die «Windungen» von einer dünnen Lage derselben Zellen überdeckt sind, die in zahlreicher Menge den von den gewundenen Bandstreifen umfassten Raum ausfüllen. Auch das, was man jetzt über den feineren Bau jener Materie sieht, die bisher als helle, gelblich angeflogene, homogene Innensubstanz bezeichnet wurde, scheint mir die Auffassung zu bestätigen, die ich oben im Allgemeinen über dieselbe hinstellte.

Ich verglich sie dort der dunkel granulären, weichen Centralsubstanz der Bauchganglien; sie sei nur eine höhere Stufe der Ausbildung jener. Sie ist im Gehirn hell und dichter geworden und anders ist auch ihre Structur. In den Bauchganglien besteht sie aus eigentlichster Punktsubstanz, im Gehirn hingegen haben ihre Elemente an Grösse zugenommen; die dort bei 400facher Vergrößerung als Molecularkörnchen erscheinenden Kügelchen haben sich hier unter derselben Vergrößerung zu kleinen Ballen erhoben, allerdings nur von der Grösse des vierten bis fünften Theils eine der Ganglienkügeln der Rinde, aber doch schon von einer Differenzirung, dass ein genaues Zusehen auch einen nucleusartigen Fleck an ihnen wahrnimmt. Es lässt sich daher vielleicht die aus ihnen bestehende Substanz strenge genommen nicht mehr homogen nennen.

Ich komme daher schliesslich zu einem Resultat, welches mit den Dujardin'schen Ergebnissen zwar nicht in eigentlichem Widerspruche steht, aber sie doch in etwas abändert. Nach dem französischen Beobachter bestehen die Ganglien des Thorax und des Abdomens, welche der Sitz von nur rein instinctiven Lebensacten sind, ausschliesslich aus pulpöser Rindensubstanz; es ist die Masse, von der ich zeigte, dass sie aus kleinen ächten Ganglienkügeln zusammengesetzt sei. Im Gehirn von Insecten mit geringeren geistigen Fähigkeiten sei diese Masse ebenfalls das alleinige Constituens; während sie dann bei intelligenteren Insecten allmählig zurücktritt, um einer Substanz, die in Form der «*Corps pedoncules*» erscheint, Platz zu machen, und endlich bei gesellig lebenden Hymenopteren, deren Handlungen auf eine relativ sehr entwickelte Intelligenz schliessen lassen, die Oberhand gewinne, so dass die pulpöse Rindensubstanz nur als schwacher Ueberzug zurückbleibt.

Diesem Gedankengang Dujardin's möchte ich im Ganzen ebenfalls folgen, aber doch dabei angelegentlich noch hervorheben, dass die Ganglien vom Thorax und Abdomen, abgesehen von den Nervenfasern, nicht allein aus intelligenter Rinde («*substance corticale pulpeuse*»), sondern immer auch aus einem andern wesentlichen Theil, aus central gelagerter Punktsubstanz nämlich zusammengesetzt sei; und dass es dann zweitens doch nur ein anderer Hand der Thaten hergehender Schluss ist, wenn ich die den Herd der Ganglien bildende Punktsubstanz und jene die «*Corps pedoncules*» im Gehirn erzeugende Substanz nach ihrem Ausgangspunkt oder ihrer ersten Bedeutung nach, für ein und dasselbe ansehe. Später setzt sich die Substanz der «*Corps pedoncules*» allerdings als höhere Stufe der einfachen Punktsubstanz gegenüber; man möchte sagen in ähnlicher Weise, wie eben das Gehirn einen höheren Rang über die übrigen Ganglien des Bauchmarkes, welche man auch wohl «untergeordnete Gehirne» seit den Zeiten des Malpighi genannt hat, überhaupt einnimmt.

Die Scheiben mit ihren Windungen stehen, wie Dujardin will, in einer geraden Beziehung zu der höheren Intelligenz, welche die damit ausgerüsteten Insecten auszeichnet und nach dem, was ich selbst gesehen, pflichte ich dieser Ansicht vollkommen bei. Aber andererseits könnte sich auch die Meinung hören lassen, dass die Scheiben in Beziehung zu den drei Stirnorganen stehen und zwar in ähnlicher Weise, wie auch die beiden Netz-

augen einen so umfänglichen Hirntheil (die Sehlappen) zu ihrer Basis haben. Zu Gunsten einer solchen Deutung liesse sich ferner bemerklich machen, dass die helle, gelblich angelaufene Substanz, welche in der Scheibe die gewundenen Streifen bildet, völlig übereinstimmt, sowohl was die hellgelbliche Farbe, Structur und sonstige Eigenschaften betrifft, mit einem Streifen, der im Sehlappen der Netzaugen sich findet und zwar dort, wo in der deckenden Rindensubstanz die faserige Differenzirung für die Elemente der Sehnervenbündel zu Tage kommt. Weiterhin könnte auch geltend gemacht werden, dass die Nebenaugen der Krebse, so z. B. bei *Argulus*, *Branchipus*, *Daphnia* u. a. ihren besonderen Hirntheil haben, der als nervöse Unterlage dient und öfters vom übrigen Gehirn so stark abgeschnürt ist, dass er nur durch einen kurzen Stiel damit zusammenhängt. («Augengehirn» S. 184.) Trotz alledem bleibe ich aber einstweilen doch bei der Ansicht, dass diese fraglichen Hirnportionen nicht sowohl Theile sind, welche auf die Stirnaugen Beziehung haben, sondern vielmehr als Sitz höheren Seelenlebens zu betrachten seien, und ich werde, indem ich jetzt das Gehirn der Ameise beschreibe, einen mir besonders beachtenswerth scheinenden Grund vorführen können.

An dem mit Vorsicht isolirten Gehirn von *Formica rufa*¹⁾ und nachdem man es von den gelblichen, anhängenden Speicheldrüsen des Kopfes und den deckenden Fettkörperlappen gereinigt hat, lässt sich zunächst wahrnehmen, dass dasselbe im Verhältniss zur Körpergrösse von ansehnlichem Umfang ist; dann zweitens, dass die durch kurze Commissuren mit dem oberen Gehirn verbundene untere Hirnportion dem ersteren an Masse weit nachsteht. Die obere Hirnportion zeigt ein solches Uebergewicht, dass die untere Portion nur als ein kleiner Abschnitt des Gesamtgehirns sich ausnimmt. (Sieh. auch S. 188.)

Man kann an jeder der beiden Seitenhälften der oberen Gehirnportion vier Hauptgegenden oder Lappen unterscheiden. Erstens das, was ich früher primäre Hirnlappen²⁾ nannte: es ist gewissermassen der Stock- oder Grundtheil, von dem die drei anderen Abschnitte ausgehen, nämlich nach oben und nach vorn die «gestielten Körper»³⁾, nach unten und vorn die Lappen für die Antennennerven⁴⁾ und endlich seitwärts die Sehlappen⁵⁾.

Bevor wir die vier genannten Theile näher ansehen, sei zuvor erwähnt, dass auch hier am Gehirn eine zellige Rinde⁶⁾ vorhanden ist, die bei auffallendem Licht weisslich, bei durchgehendem dunkel erscheint, während die homogen körnige Innensubstanz⁷⁾ unter den gleichen Umständen grau oder hell durchscheinend sich darstellt.

Innerhalb jedes der beiden primären Hirnlappen oder des eigentlichen Grundstocks des Gehirns, erblickt man alsbald wieder einen centralen runden, wohl begrenzten Körper, den ich oben bei der Biene einem riesigen Nucleus verglichen habe. Auch bei der Ameise zeigt er dieses Aussehen, namentlich bei Betrachtung des Gehirns von der Vorderfläche; dreht man aber das Gehirn um, so dass dessen Hinterseite dem Beschauer sich zuwendet, so ist das Aussehen des scheinbaren Nucleus ein wesentlich anderes. Man bemerkt jetzt, dass die Kugel aus zwei dicht zusammenliegenden Hälften besteht; sie zeigt zwei Randeinschnitte und zwischen beiden eine durchgreifende Theilungslinie⁸⁾. Um das Ganze zieht in gleicher Weise, wie bei der Ansicht von vorne eine helle, lichte Zone, wie ein abschliessender Raum. Schon durch verschiedene Focaleinstellung auf das freiliegende Gehirn, besser noch nach leichtem Druck, wird man inne, dass die Contouren der die

1) S. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VIII, fg. 4. — 2) a. a. O. fg. 4, A. — 3) a. a. O. fg. 4, B. — 4) a. a. O. fg. 4, C. — 5) a. a. O. fg. 4, D. — 6) a. a. O. fg. 4, b. — 7) a. a. O. fg. 4, a. — 8) S. a. a. O. fg. 4, E.

anscheinende Kugel zusammensetzenden Seitenhälften unter leichter Krümmung sich verlängern, mit andern Worten: man gewinnt die Ueberzeugung, dass die kugelförmigen Körper der Querschnitt zweier dicht zusammenliegender und sich aneinander abflachender Cylinder sind. Und wohin gehen diese? Sie sind die Anfänge der Commissuren (Hirnschenkel) zur unteren Hirnportion. Dass dieselben jederseits ursprünglich gedoppelt sind, stünde im Einklang mit dem, was man über die wirklich doppelten Commissuren mancher Schnecken weiss.

Um den gedachten Körper herum, von ihm getrennt durch einen schmalen Raum, liegt die Substanz des Grundstocks in Form einer quervaligen Masse: aus hellem, homogen moleculärem Stoffe bestehend und überzogen von der zelligen, hier dünnen Rinde.

Was jene Hirnabtheilung betrifft, welche wir bisher der Bezeichnung *Jardins* folgend «gestielte Körper» nannten, so ist deren Verhältniss zum Grundstock hier viel deutlicher, als bei der Biene.

Wird das Gehirn sorgfältig behandelt und jeder Druck abgehalten, so erblickt man innerhalb der bei unserer Ameise sehr stark gewölbten oberen Hirnanschwellungen jederseits vier keulenförmige, helle Körper. Nach Auflegen eines Deckglases vereinigen sich je zwei zur Bildung eines Halbringes, dessen Oeffnung nach oben liegt. Es sind die Körper, welche früher «Hirneindungen» genannt wurden. Die zellige Rinde, welche sie von allen Seiten umgiebt, ist hier um vieles dicker als bei der Biene. Was nun aber bei der Biene schwieriger festzustellen war, nämlich das Verhältniss dieser Halbringe zum Hirnstock, ist jetzt leicht zu sehen. Jeder der Halbringe besitzt gegen die Medianlinie des Gehirns schwach gekrümmten Stiel von gleicher Substanz, als wie diejenige der Halbringe ist; beide Stiele treten jetzt zu einer kurzen Wurzel zusammen und diese endigt im Grundstock. Und zwar da, wo auch die Anfänge der vorhin gedachten Hirnschenkel (Commissuren zur untern Hirnportion) sich befinden, nahe der Medianlinie, welcher beide Grundstöcke des ganzen Gehirns aneinander stossen, ohne dass, was schon jetzt bemerkt sein mag, in einander überzugehen.

Die grosse Entwicklung der gestielten Körper hier bei der Ameise, während doch die Stirnangen die gewöhnlichen Massverhältnisse zeigen, spricht auch gegen die Ansicht, als seien beide Organe in Beziehung und Wechselwirkung zu setzen, obschon die Nerven der Stirnangen aus ihnen entspringen. Anders bei den Schlappen, allwo dieses Wechselverhältniss deutlich erkennbar ist. Während die Ameise mit kleinen Netzaugen auch einen kleinen Lobus opticus hat, sind bei der Biene beide Theile um vieles größer; die Punktaugen sind bei beiden Gattungen relativ gleich gross, die Größe der gestielten Körper aber bei der Ameise verhältnissmässig viel grössiger, als bei der Biene.

Die Lappen für die Antennennerven (*Lobi olfactorii*) sind ebenfalls sehr ausgebildet. Bei methodischem Druck lässt sich in Erfahrung bringen, dass zwar auch in diesen Theil der Hirnstock eine Verlängerung sendet, die bis in den abgehenden Nerven verfolgbar ist, aber die Hauptmasse des Lobus besteht denn doch aus zwei Anhäufungen grosser Ganglienkerne¹⁾. Dieselben sind hüllenlose Ballen mit einem Nucleus, der sich der Beobachtung leicht entzieht; die Ballen verlängern sich in zarte Streifenlinien, welche sich in die Wurzeln des Antennennerven verlieren, der somit Fasern aus zwei Quellen bezieht: aus dem Hirnstock und aus den gangliösen Herden des Lobus olfactorius.

Die *Lobi optici*, seitliche Verlängerungen des Hirnstockes, erscheinen auch bei der Ameise, indem ihre Basis nicht stielartig ausgezogen ist, als

1) S. Tafeln z. vergleichend. Anat. fg. 4, C, d.

wahre Hirnabschnitte. Abgesehen von der zelligen Rindensubstanz, sondert sich das Innere in drei Partien.

Zunächst dem Hirnstock lagert eine aus kleinen, hellen Ganglienkugeln bestehende, rundlich umschriebene Masse ¹⁾; auf diese folgt der Hauptkern des Schlappens ²⁾, in seiner homogen granulären Substanz von gleicher Natur wie der Hirnstock; nach aussen davon und getrennt durch eine sich einschiebende Lage von Rindensubstanz erblickt man als mässig dicke Scheibe, in der gewöhnlichen Ansicht als schwach gebogenes helles Band, die dritte und letzte Innenschicht ³⁾. Denn jenseits derselben erheben sich die Bündel der Sehnerven, deren Streifenzüge übrigens schon von der Grenze des Hirnstockes an, wenn auch zum Theil nur spurweise, erkennbar sind.

Setzt man das ganze Gehirn einem stärkeren Druck aus, so kommen ausser den aufgezählten paarigen Elementen auch noch andere wichtige Theile zum Vorschein, die unpaar sind, in der Mittellinie liegen und offenbar zum Commissurensystem gehören ⁴⁾. Man gewahrt über der Stelle, da, wo die Trennungslinie der von beiden Seiten zusammenstossenden Hirnstöcke sich befindet, genau in der Mittellinie einen halbkugeligen Körper, dessen Rand zarte Einkerbungen hat und der wie mit zwei seitlichen Stielen in der Tiefe wurzelt. Wieder etwas in der Höhe findet sich gewissermassen die Wiederholung des eben bezeichneten Körpers: ein Bogen granulärer Substanz am Rande gekerbt, dessen Seitentheile, indem sie streifig werden, sich abermals nach aussen verlieren. Die beiden Bildungen verhalten sich wie stark gebogene Brücken zwischen den Hirnhälften. Es scheint mir übrigens, wie wenn ihr granuläres Aussehen auf Durchschnitte von Fäserchen zu deuten wäre, und die Einkerbungen des Randes als Andeutungen von Bündeln. Sie verdienen jedenfalls noch ganz besonderer Untersuchungen.

Eine leichter verständliche Commissur von bogigen Faserbündeln erstreckt sich an der Hinterfläche des Gehirns herüber, wobei die Fasern hauptsächlich an die Hirnschenkel (Seitentheile des Schlundringes) sich heften. Diese Fasern begrenzen zum Theil auch unmittelbar die Oeffnung nach oben, welche für den Durchtritt des Schlundes dient.

Das bis jetzt über den Hirnbau Mitgetheilte zeigt, dass dieses Organ einen ziemlich complicirten Bau hat, und es eröffnet sich damit dem Studium ein weites unangebautes Feld. Die Zukunft wird wahrscheinlich nachweisen, dass innerhalb des Kreises der Arthropoden das Gehirn ähnliche typische Entwicklungen und Verschiedenheiten an sich trägt, wie vom Gehirn der Wirbelthiere seit Langem bekannt ist.

Als einen weiteren einstweiligen Beitrag hiezu erlaube ich mir noch das anzufügen, was ich hierüber bei *Dytiscus marginalis* und einigen andern Käfern in Erfahrung gebracht habe.

Das Gehirn des *Dytiscus* trägt schon fürs freie Auge einen von dem der abgehandelten Hymenopteren verschiedenen Habitus. Zunächst bemerken wir, wenn man von den Schlappen absieht, dass die obere und untere Portion des Gehirns in einem gewissen Gleichgewicht zueinander stehen; die Lappen für die Antennennerven sind nicht umfänglich, erscheinen vielmehr als kleine rundliche Hügel, da, wo die Commissuren (Hirnschenkel) beginnen. Auch die Wölbung des Gehirns nach oben ist sehr mässig; die Schlappen selber

1) Tafeln z. vergl. Anat. fg. 4, D, f. — 2) a. a. O. fg. 4, D, g. — 3) a. a. O. fg. 4, D, h. — 4) a. a. O. fg. 4, F.

haben sich vom übrigen Gehirn gleichsam losgelöst und bleiben nur durch einen Stiel mit demselben in Verbindung.

Was den inneren Bau ¹⁾ betrifft, so sind die Schwierigkeiten der Untersuchung hier grösser, als z. B. bei der Ameise; nur die Sehlappen sind leichter zu durchschauen, wesshalb auch zuerst auf diese Bezug genommen werden soll. Der Stiel, natürlich abgerechnet das Neurilemm und die granuläre Schichte unter demselben, besteht aus Faserzügen, die durch den ganzen Lobus opticus ziehend dabei eine strahlige Entfaltung annehmen, um zuletzt an der Grenze des Sehlappens als Bündel des Sehnerven abzutreten. Während ihres strahligen Verlaufes durch den Sehlappen gehen sie, ohne dass dadurch die Hauptrichtung ihres Zuges gestört wird, mannigfache Verflechtungen ein, wovon man sich an jeder Stelle durch genauere Besichtigung überzeugen kann. Dann ist aber weiter ein wesentlicher Punkt im Bau des Sehlappens, dass die Faserzüge abermals (wie bei der Ameise) drei centrale, scharf abgegrenzte Partien ²⁾ zu passiren haben, man könnte auch sagen, mehrmals unterbrochen werden. Das erste Centrum ist hell, kleiner als das nachfolgende und aus Ganglienkugeln von geringer Grösse gebildet; das zweite ist mehr als doppelt so gross, dunkel bei durchgehendem und weiss bei auffallendem Licht und entspricht nicht bloss hierin, sondern auch in seiner fein granulären (nicht zelligen) Beschaffenheit den oft erwähnten Centren in den Bauchganglien. Seine scharfe Abgrenzung rührt von umspinnenden Tracheen her, die nach innen sehr dichte, feine Büschel absenden. Ganz von gleicher Natur ist die dritte Abtheilung, die bei der gewöhnlichen Lage die Gestalt eines gekrümmten Wulstes zeigt und noch mehr Endbüschel von Tracheen erhält, als die vorhergehende Partie. Alle diese Theile werden umhüllt von kleinzelliger Rindensubstanz, welche auch den Raum zwischen dem zweiten und dritten Herd ausfüllt.

Die primären Hirnlappen anlangend, so bin ich durch meine bisherigen Untersuchungsmethoden: behutsamen Druck und Anwendung von Reagentien zu Folgendem gekommen. Im Inneren genannter Lappen liegt wieder eine centrale, wohl umschriebene, fein granuläre Masse, die ich als Hirnstock bezeichne. In ihrer Mitte unterscheidet man den anscheinend riesigen Nucleus, der sich bei der Ameise, als in Beziehung zu den Wurzeln der Hirnschenkel stehend, erwies. Die granuläre Substanz wird dann nach aussen echt faserig, und die zum Theil sehr scharfe Abgrenzung der Masse wird durch die Tracheen tragende Bindesubstanz vermittelt. Nach aussen und seitlich geht sie in den Faserstiel des Sehlappens über; nach der Mittellinie des Thieres zu verschmächigt sie sich zu einem Fortsatz, der dann mit kolbiger Erweiterung abschliesst. Diese Endkolben von beiden Hirnhälften liegen hart an der Mittellinie aneinander, gehen aber nicht ineinander über. Nach oben schickt der Hirnstock ebenfalls einen (oder mehrere?) Fortsätze aus, welche sich theilen und als Stiele von Gruppen der Ganglienkugeln sich ausweisen. Die eigentlichen Hirnwölbungen werden nämlich nicht mehr, wie bei der Larve der Fall ist, von einer gleichmässigen zelligen Rindensubstanz eingenommen, sondern diese hat sich in eine grössere Zahl von Ganglienkugelpaquets ³⁾ gesondert. Eines derselben wurde schon gelegentlich der Amyloidkörperchen (S. 223) erwähnt; andere Paquets haben grosse gelbliche Ganglienkugeln, wieder andere kleine, helle Zellen; und immer nehmen diese verschiedenen Gruppen bestimmte Hirngegenden ein. Bezüglich der eigentlichen Substanz des Hirnstockes ist auch erwähnenswerth, dass in Glycerinpräparaten die Punktmasse grösstentheils eine feinfaserige Beschaffenheit annimmt. Die bisher erwähnten Hirnpartien gehörten den beiden Hirnhälften an, waren paariger Natur. Zur

1) Sieh. Taf. IX, fig. 1. — 2) a. a. O. fig. 1, h, i, k. — 3) a. a. O. fig. 1, b, b'.

Verbindung dienen Commissurfasern und man sieht in dieser Beziehung nach Druck mancherlei sich kreuzende, von der einen Hirnhälfte in die andere übertretende Bündel. Ein besonderer Bogen von einfach verknüpfenden Fasern findet sich zu unterst, seine Schenkel verlieren sich der Hauptmasse nach in die den Schlund seitlich umfassenden Commissuren. Ausserdem aber macht sich ein ganz eigener centraler Knoten von ziemlicher Grösse bemerklich, der genau die Mittellinie einhält und oberhalb der Stelle liegt, wo die beiden erwähnten Kolben des Hirnstocks zusammenstossen.

Das über den Gehirnbau verschiedener Wirbellosen bisher Ermittelte könnte vielleicht schon hinreichen, um die eine und die andere Partie vergleichungsweise aufeinander zurückzuführen. Ich möchte jedoch einstweilen noch davon Umgang nehmen, um zu warten, bis auch die Weichthiere in den Kreis der Betrachtung gezogen werden können.

d) *Längscommissuren des Bauchmarks*. Was den Bau der sogenannten Längscommissuren des Bauchmarks angeht, so habe ich bei Insecten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Commissuren und den Nervenstämmen gefunden. Unter dem Neurilemm breitet sich als Matrix desselben die granuläre, eingestreute Nuclei enthaltende Lage aus. Die Fasern trifft man bald schärfer ausgeprägt, bald von mehr verwaschenem Charakter, in Glycerinpräparaten werden sie aber auch in letzterem Falle sehr selbständige Elemente; selbst die auffallend breiten, hellen Nervenfasern habe ich in den Längscommissuren der verschiedensten Insecten (Heuschrecken, Grillen, Libellen, Hummeln u. a.) wahrgenommen.

Trotz dieser Uebereinstimmung kann ich, was schon S. 198 geltend gemacht wurde, die Längscommissuren nicht einfach den Nervensträngen gleichstellen, sondern erkenne ihnen bis zu einem gewissen Grade einen centralen Charakter zu. Hiefür würde auch eine Beobachtung sprechen, die ich mir von *Porcellio scaber* angemerkt habe. Bei dieser Assel zeigten die Längscommissuren einen gewissen gangliösen Habitus in der Art, dass, während die nervösen Faserelemente auseinanderweichen, in die dadurch entstandenen Zwischenräume zellige Elemente oder Ganglienkerne sich einlagern.

Zu Gunsten der Ansicht, dass ein gewisser innerer Unterschied in der Natur der Commissuren und der Stammnerven bestehe, spricht vielleicht die von mir ferner gemachte Beobachtung, dass (z. B. von der Feldgrille, *Acheta campestris*) nach eintägigem Liegen des Bauchmarks in Weingeist, die Commissuren dunkler sind als die Stammnerven; wogegen man freilich einwenden könnte, dass dieses Verhalten auch durch die grössere Dicke der Commissuren sich erklären lasse.

Noch habe ich bei manchen Schmetterlingen, so z. B. bei *Vanessa urticae* nach Anwendung von Essigsäure zwischen den Fasern eigenthümliche Stränge wahrgenommen, die nach beiden Enden spitz ausliefen, körniger Natur waren und in Abständen mehre Nuclei

lassen. Wobei ich übrigens nicht unerwähnt lassen möchte, dass es nicht bloß in den Commissuren, sondern auch in dem von den Ganglien abgehenden Seitennerven sich finden, demnach nicht als specifische Bildungen der Commissuren angesehen werden können.

e) *Faserverlauf im Bauchmark*. Hier ist auch der Ort des Faserverlaufes am Bauchmark zu gedenken; über jenen des Gehirns, soweit ich darüber mich unterrichten konnte, gab die obige Darstellung der Structur dieses Organs Auskunft.

Newport hatte zuerst den Bau der Ganglienreihe auf den Verlauf der Nervenfasern untersucht und glaubte bei den verschiedensten Arthropoden nachweisen zu können, dass die Commissuren zwischen den Ganglien aus zwei Säulen beständen, die den Empfindungs- und Bewegungserven entsprächen. Auch in den Ganglien sollen sich die motorischen und sensiblen Nervenstränge für sich erhalten, so dass der obere oder motorische Strang ununterbrochen über alle Bauchganglien wegginge, der untere sensible Strang sich hingegen in die Tiefe des Ganglions erstreckte und in Verbindung mit den zwischengelagerten Ganglienkugeln hauptsächlich das Ganglion bilde, während der obere oder motorische Strang ohne merkliche Verdickung nur dem Ganglion aufliege. Ausserdem fanden sich im Ganglion noch Bündel von Querfasern und endlich eine vierte Partie von Fasern, welche an den Seiten der Längscommissuren von dem einen Ganglion zum nächstfolgenden gehen. Jeder aus dem Bauchmark sich abzweigende Nerv bestehe aus Fasern dieser vier Abtheilungen.

Man hat bisher, wie es scheint, dieser Auffassung ziemlich allgemein geglaubt. Nach Newport hat Helmholtz den Faserverlauf am Flusskrebs verfolgt und stimmt im Wesentlichen mit dem englischen Entomologen überein. Auch Rob. Grant erklärt sich damit einverstanden und Hagen hat die gesonderten Stränge in *Aeshna grandis* und *Grylotalpa vulgaris* beobachtet haben. Nur hin und wieder bemerkt ein Autor¹⁾, dass sich nie solche Zusammensetzung aus Bewegungs- und Empfindungsfasern nachweisen lasse.

Schon aus dem, was ich bis jetzt nach eigener Beobachtung über die Structur der Commissuren und Ganglien des Bauchmarkes vorlegte, geht hervor, dass ich die Newport'sche Darstellung nicht vollständig gutheissen kann, vielmehr zum Theil abzuweichen mich veranlasst sehe.

Zunächst sind es die Längscommissuren, bezüglich derer ich bestimmt bestreiten muss, dass in ihnen obere und untere Stränge getrennt vorhanden sein sollen. Ich gebe gerne zu, dass aus physiologischem Sinne besondere motorische und sensible Fasertypen anzunehmen sind, aber sie prägen sich fürs Auge nicht als Besonderheiten aus. Sowohl die einfache Beobachtung als auch angefertigte Querschnitte liessen mich auch nicht einmal spurweise eine derartige Scheidung gewahren.

Was dann zweitens die Ganglien anbelangt, so würde nach Newport ein Ganglion des Bauchmarks lediglich aus Nervenfasern und dazwischen gelagerten Ganglienkugeln bestehen; während ich

1) z. B. Tulk in s. Arbeit über *Phalangium opilio* (*Ann. of nat. hist.* XII. 1843.)
Leydig, Bau des thierischen Körpers.

gezeigt habe, dass die Ganglienkerne, wenn auch nesterweise oder paquetartig gruppirt, nicht sowohl zwischen den Fasern liegen, als vielmehr die Rinde der Ganglien erzeugen, und dass die eigentliche Mitte von Punktsubstanz eingenommen werde, welche in den bilateral angelegten Knoten zwei Centren bilde, verbunden durch Commissuren, welche letztere höchst wahrscheinlich den Querfaserbündeln Newports entsprechen. Gegen diese centrale Punktsubstanz richten sich die Stiele der Ganglienkerne und der daraus bestehenden Paquete, um sich in ihr granulär aufzulösen.

Auch die aus den Commissuren ins Ganglion eingetretenen Bündel eigentlicher Fibrillen nehmen in der Mitte des Ganglions den Charakter fibrillärer Substanz an und gehen zum Theil eine innige Vereinigung mit der Molecularmasse ein.

Aber — und das ist der Punkt, in welchem ich mit Newport übereinstimme — es giebt Fasern, welche durch das Ganglion hindurchtreten, oder gewissermassen einfach über die Bauchganglien weggehen. Es ist übrigens nicht überall möglich, sich hiervon zu überzeugen. Am bestimmtesten wird die Beobachtung, wenn man die eigenthümlich breiten, hellen Nervenfasern, welche den Commissuren vieler Insecten beigemischt sind, ins Auge fassen kann.

So habe ich mich z. B. bei *Locusta viridissima*, *Acheta campestris*, *Gryllotalpa vulgaris*, an eben diesen Fasern vergewissert, dass die zu oberst, also am meisten dorsal liegenden Fasern das Ganglion nur durchziehen, ohne weitere sichtbare Verbindungen einzugehen. Doch auch von Partien feiner Fasern lässt sich unter günstigen Umständen, z. B. an lebenden durchsichtigen Larven (*Corethra* u. a.) dasselbe Verhalten erkennen. Selbst in Fällen, wo die Fasern nicht mehr rein unterschieden werden können, deuten andere Umstände darauf hin, dass gewisse Partien der ins Ganglion getretenen Commissuren eine etwelche Selbständigkeit behaupten. Ich sehe z. B. an den Ganglien einer Raupe (*Noctua*) nicht blos zunächst der Rückfläche des Ganglions zwei seitliche scharfe Grenzlinien, sondern auch einen hellen Zwischenraum zwischen dem Rande der ins Ganglion eingetretenen und angeschwollenen Commissurenmasse und der zelligen Rindenpartie, was doch ebenfalls kaum anders, als in dem bezeichneten Sinne ausgelegt werden kann.

Durch methodischen Druck, am besten frischer Ganglien, können wir uns auch überzeugen, dass ein anderer Theil der Commissurenelemente nach dem Eintritt ins Ganglion sofort seine Richtung zu den austretenden Seitennerven nimmt. Wobei nun aber besonders zu beachten, dass nicht blos von den nach vorne von dem Bauchknoten gelegenen Längscommissuren, sondern auch von dem hinter ihm folgenden jedesmal Fasern in die Seitennerven übertreten, was ich in dem verschiedensten Falle bei *Carabus*, *Bombus*, *Apis* u. a. wahrgenommen habe.

Es ergibt sich sonach im Zusammenhalt mit dem Voranstehenden ein dreifaches Verhalten der Fasern der Längscommissuren innerhalb des Ganglions: ein Theil geht einfach durch das Ganglion durch

hsten Längscommissur, ein anderer geht ebenfalls bloß durch t in die Seitennerven ein, endlich eine dritte Partie löst sich centrale Punksubstanz auf.

dergleichen Präparaten, — ich gebrauchte hiezu die Ganglien von *viridissima* — kommt auch ziemlich deutlich zur Ansicht, von wozu die Fasern der Seitennerven abstammen. Dieselben wurzeln s in den vor dem Ganglion liegenden Längscommissuren, andrerden innerhalb der Ganglien befindlichen Quercommissuren, sowie in der Centralsubstanz; letztere sind offenbar Züge, die in jedem neu entstehen.

Sympathische Ganglien. Es wurde oben bereits als einer ren Eigenschaft der sympathischen Ganglien gedacht, nen die centrale Punksubstanz fehle. Ich habe dieselbe in dem medianen sympathischen Knoten der Abdominal-, noch in den Ganglien der Seitennerven wahrgenommen: sie en nur aus den Ganglienkugeln und den faserigen Elementen. ch die sogenannten paarigen Eingeweideganglien des Kopfes , hierin mit den sympathischen Ganglien der Abdominalkette , während das Ganglion frontale die Punksubstanz besitzt ¹⁾ h hierin entschieden den spinalen Knoten annähert.

Blutgefäße und Tracheen noch einmal. Bei denjenigen oden, welche wie die höheren Krebse periphere Blut- se besitzen, haben auch die Nervencentren ihre eigenen Blut-, wobei sich zeigt, dass die gangliösen Anschwellungen mit heren Netzen versorgt sind, als die Verbindungsstränge.

erhält beim Flusskrebse das Bauchmark durch eine ziemlich ansehn- terie, welche zwischen den beiden Längscommissuren verläuft, ihr ie Capillarnetze in dem letzteren bilden nur spärliche, längliche , die Ganglien aber sind von einem reicheren Netz umspinnen. rsten entwickelt ist dasselbe auf der Oberfläche des Gehirns, wo s einzelne Ganglion mit zahlreichen rundlich-polygonalen Maschen t (Häckel).

n niederen Krebsen, z. B. den Asseln, Daphniden, Cyclopiden, *Artemia*, *ipus* u. a., fehlen solche Blutcapillaren am Nervensystem. Ich nahm r, wie das Gehirn von *Oniscus* und *Porcellio* genau in der Mittel- u einem Blutgefäß, welches wohl der vordere sich verengende Aus- les Rückengefäßes oder Aorta ist, durchbohrt wird; ebenso sieht cht, dass bei Scolopendern auf der Rückenseite des Bauchmarkes r ganzen Länge desselben ein Blutgefäß verläuft, aber ohne Ca- zu entwickeln. Ich erkenne das Gefäß bei unserem heimischen *us electricus* mit gleicher Deutlichkeit wie bei der exotischen *Scolo- morsitans*, wo insbesondere die quergestreifte Musculatur desselben die Augen fällt.

ehirn und Bauchmark der Insecten, Spinnen und Myriapoden on Tracheen durchzogen.

n Hinblick auf diese Organe wurde schon der eigenthümlichen lung des Gehirns gewisser Hymenopteren durch grosse Tra-

cheensäcke gedacht, welche dort die Stelle eines Neurilemma (S. 216) vertreten; dann wurde auch bereits darauf hingewiesen, dass am Gehirn, an den Ganglien unterhalb des eigentlichen Neurilemma, gewissermassen der Dura mater sich noch eine Art Pia mater, gebildet durch die feinen Tracheenverästelungen unterscheiden lasse.

Ferner wurde auch schon (S. 228) hervorgehoben, dass unter den verschiedenen Substanzen, welche die Nervencentren der Insecten zusammensetzen, die aus der Punksubstanz bestehenden Kerne der Ganglien und des Gehirns die zahlreichste und feinste Endausbreitung der Tracheen erhalten. Auch habe ich aufmerksam gemacht, dass gerade durch die Endäste der Tracheen die Paquete der Ganglienkugeln ihre schärfere Abgrenzung erhalten, indem sie von den feinen und feinsten Endzweigen umspinnen werden.

Jetzt möge nur noch angeführt werden, dass die Tracheenstämme, welche für das Bauchmark bestimmt sind, immer ihre Richtung nach den Ganglien nehmen, so dass diese von rechts und links meist einen Hauptstamm erhalten. Die weitere Verzweigung erleidet viele Abänderungen nach den einzelnen Arten ¹⁾.

Ich finde nur erwähnenswerth, dass mitunter der Tracheenreichtum so gross ist, dass für das freie Auge das Bauchmark nicht mehr wie sonst weissgrau erscheint, sondern weissglänzend. Als ein Beispiel aus meiner Erfahrung nenne ich die Raupe von *Pygaera bucephala*; hier geben die Stämme der Tracheen nach ihrer ganzen Länge ein so dichtes Geflecht feiner Zweige ab, dass die Nervensubstanz fast ganz verdeckt erscheint.

Entsprechend dem eigenthümlichen Habitus des Bauchmarks von *Julus*, wo die Ganglienanschwellungen fortwährend ineinander übergehen, treten die von der Seite an das Bauchmark herangekommenen queren Tracheenstämme in ein dichtes Netz zusammen, dessen Maschen durchaus die Längsrichtung einhalten ²⁾. Bei *Glomeris limbata* entstehen nach der Länge des Bauchmarks zwei Haupttracheenstämme, von einer Stärke, dass man sie schon mit der Lupe bequem unterscheidet.

Historische und zootomische Zusätze.

A. Krebse.

a. Rotatorien (Wimperkrebse).

Das Nervensystem dieser Thiere, die von Andern auch nicht hierher, sondern zu den Würmern gestellt werden, zeigt eine gewisse niedere Form und ähnelt dem der Turbellarien. Wir wissen jetzt ³⁾, dass das einzig vorhandene Nerven-

1) Mit einer Abhandlung Lubbock's, *on the Distribution of the Tracheas in Insects*, *Trans. Linn. Soc.* Vol. XXIII. 1860, bin ich erst jüngst bekannt geworden. Dieselbe behandelt auch die Tracheen des Nervensystems von zahlreichen Insecten. — 2) Sieh. m. Taf. z. vergl. Anat. Taf. V, fig. 3, b. — 3) Leydig, über den Bau und die systematische Stellung der Rädertiere, *Ztschrift f. wiss. Zoologie* 1854. Mit Abbildungen des ganzen Nervensystems einer sehr grossen *Notommata* (Weibchen und Männchen), auch in Berücksichtigung

centrum, das Gehirn, eine über dem Schlundkopf gelagerte zweilappige, gangliöse Masse ist¹⁾. Ehrenberg²⁾, O. Schmidt³⁾ und Dalrymple⁴⁾ sprechen noch von kleinen Ganglien, die zum Theil längs des Rückens eine Reihe bilden, zum Theil in unmittelbarer Nähe der Eingeweide diese mit zarten Fädchen versorgen sollen. Es kann bestimmt behauptet werden, dass diese vermeintlichen Ganglien nichts anderes sind, als die Zellen der Binde substanz und ihre Ausläufer. Vom vorderen und Seitenrand des Gehirns, sowie vom Hinterrand gehen in symmetrischer Anordnung Nerven ab⁵⁾.

b. Cirripeden.

Das Nervensystem dieser Gruppe, obschon echte Arthropoden, würde zum Theil in manchen Gattungen, wenn die Beschreibung Cuvier's⁶⁾ und Martin St. Ange's⁷⁾ ganz richtig wäre, etwas sehr Abweichendes haben. Es sollen nämlich die beiden Stränge des Bauchmarkes, welche ziemlich weit auseinander bleiben, bei *Lepas anatifera* bloss vorne und hinten, durch ein Gehirn und durch ein Schwanzganglion verbunden sein, die übrigen Knoten wären ohne Quervermissuren. Allein dies beruht wahrscheinlich auf unvollkommener Beobachtung, denn bei Darwin⁸⁾ (dessen Figuren ich übrigens nur aus zweiter Hand kenne), steht die bildliche Darstellung des Nervensystems von *Lepas fascicularis* im Einklang mit dem Typus anderer Gliederthiere. Das Gehirnganglion der Lepaden giebt Nerven zu den Augen, zu den Kauwerkzeugen, zu den Eierstöcken, zum Mantel und Stiel; die Anschwellungen der Bauchstränge versorgen die Ranken oder Beine; vom hintersten Ganglion biegt sich auch noch ein langer Ast in das Schwanzende. Bei den Balaniden schwillt die den Schlund umfassende Commissur nicht zu einem Gehirn an.

c. Entomostraceen.

1. Parasiten.

Man hat bis jetzt das Nervensystem nur von einigen Gattungen untersucht; so Rathke das von *Chondracanthus*⁹⁾, wo sich noch ein Gehirn und gegliedertes

histologischer Verhältnisse; ausserdem Abschnitte des Nervensystems andrer Arten. (Auf der ersten Tafel dieser Abhandlung ist C. Gegenbaur als Zeichner der Figuren irrigerweise genannt. Um weiteren Missverständnissen, die daraus erwachsen sind, zu begegnen, erlaube ich mir zu bemerken, dass der Leipziger Lithograph, welcher gerade eine Arbeit meines Freundes unter den Händen hatte, auf meine Rotatorientafel nach Gutdünken den Namen Gegenbaur's setzte, da auf den Handzeichnungen kein Name genannt war. Die Figuren dieser Tafel wie aller übrigen rühren nur von mir her. G. hat, wie er selbst gerne bezeugen wird, an dieser Arbeit keinerlei Anthell.) — Vom Gehirn und den davon ausstrahlenden Nerven der männlichen *Hydatina senta* (*Enteropsis hydatina*) findet sich auch eine Abbildung von mir in einem Aufsatz über dieses Thier im Archiv für Anatomie und Physiologie 1857. — Vergl. ferner Huxley, *Quarterly Journ. of Microsc. Sc.* 1852. Cohn, *Ztschrift f. wiss. Zool.* Bd. XII. — 1) Also kein Schlundring, wie ein solcher wohl aus Versehen in Burmeister's oekonomischen Briefen 1856, den Rotatorien zugeschrieben wird. Ich habe früher (a. a. O. S. 109), als ich zu begründen suchte, dass die Rotiferen den Krebsen viel verwandter seien, als den Würmern, mich unter Anderm auf den Charakter des Nervensystems gestützt. Damal kannte man nämlich von den Daphniden, die ich in Betrachtung zog, ebenfalls bloss ein Gehirnganglion und davon ausstrahlende Nerven. Durch meine späteren Untersuchungen über das Nervensystem dieser Thiere hat sich aber herausgestellt (s. m. Naturgesch. der Daphniden 1860), dass die Form des Nervensystems der Wasserflöhe eine viel höhere als die der Rotatorien ist, so dass gegenwärtig keineswegs mehr die Gestalt des Nervensystems der Rotatorien zu Gunsten ihrer Stellung bei den Krebsen verwerthet werden kann. — 2) Ehrenberg, Infusionsthier als vollkommene Organismen, 1838. — 3) O. Schmidt, Versuch einer Darstellung der Räderthiere, Archiv für Naturgesch. 1846. — 4) Dalrymple, *Description of an Infusory Animalcule* etc. *Phil. Transact.* 1849. — 5) Das Nervensystem, welches Robert Grant (Umriss der vergleichenden Anat. 1842, S. 223) von verschiedenen Gattungen der Räderthiere beschreibt und abbildet, muss ich ebenfalls als auf Verwechslungen mit andern Theilen beruhend erklären. — 6) Cuvier, *Mémoire sur les Mollusques*, Paris 1817. — 7) Martin St. Ange, *Mém. sur l'organisation des cirrripèdes*. Paris 1835. — 8) Darwin, *A Monograph of the subclass Cirripedia*, 1851. 1853. Vergl. auch noch Wyman, in Sillimans *Journ. of scienc. and arts*, 1840; Burmeister, Beitr. z. Naturgesch. d. Rankenfüssler, 1834. — 9) Rathke, *Nov. Act. Nat. Cur.* Vol. 30.

Bauchmark findet; während *Dichelostium* ¹⁾, *Achtheres* ²⁾ und *Peniculus* nach R. und Nordmann nur eine grössere Ganglienmasse unterhalb des Schlundes, daher ein concentrirtes oder sehr verkürztes Bauchmark besitzen sollen, von dem ausser verschiedenen Nerven nach vorne, ein oder zwei starke Nervenstränge nach hinten gehen. Da die Mittheilungen der genannten Forscher es zweifelhaft lassen, ob die drei letztgenannten Gattungen auch ein über dem Schlund gelegenes Nervencentrum, ein Gehirn haben, welcher Mangel als ganz besondere Abweichung von der typischen Gestaltung von vorne herein sehr unwahrscheinlich ist (ob. S. 182), so mache ich hier, um zu zeigen, wie die Grundzüge des Nervensystems bei andern Schmarotzerkrebsen keineswegs gestört sind, von schriftlichen Bemerkungen und Figuren Gebrauch, die ich aus dem Winter 1851 vor mir habe.

Ich las mir dasumal an frisch aus dem Meere (im Golf von Cagliari) gezogenen Fischen eine Anzahl *Caligus* ab, die ich aus Mangel literarischer Hilfsmittel nicht weiter bestimmen konnte. Die lebenden Thiere waren abgesehen von braunen, dendritischen Pigmentfiguren auf der obern, und rundlichen schwarzblassen Pigmentflecken auf der untern Seite sehr hell und durchsichtig. Trotzdem dass, wie meine Aufzeichnungen sagen, das Nervensystem schwierig zu beobachten war und namentlich an der Bauchseite die vielen gegliederten Anhängen die Aussicht versperrten, so liess sich doch soviel erkennen, dass über dem Schlund, der eine ähnliche starke Biegung wie bei *Argulus* macht, ein zweilappiges Gehirn vorhanden ist, in der Mittellinie mit besonderem Fortsatz als Träger für die Augen. Unter dem Schlund, mit dem Gehirn verbunden, zeigte sich ein grosses Bauchganglion, von fast dreieckiger Form. Die nach hinten gerichtete Spitze zertheilte sich in drei Nervenstämmen, von der mittlere als der dickste gerade nach hinten verlief, die zwei andern divergirend nach aussen und hinten, worauf sie bald in mehrer Zweige zerfielen. Ueber das Bauchmark der Schmarotzerkrebsse vergl. auch oben S. 181.

2. Copepoden.

Zenker ⁴⁾ beschrieb von *Cyclops* und *Cyclopsine* nicht bloss einen grossen, breiten Gehirnknoten, sondern auch fünf den Fusspaaren entsprechende Bauchganglien, die durch dicht aneinander liegende Stränge verbunden sind. Danach würden die Cyclopiden wesentlich von den Sapphirinen abweichen, bei denen nach Gegenbaur ⁵⁾, Leuckart ⁶⁾, Claus ⁷⁾ keine Abdominalganglien vorhanden sind, sondern das Nervencentrum einzig und allein von einer im Kopfbrustsegmente gelegenen längsovalen, vom Schlund durchbohrten Ganglienmasse vorgestellt wird. Allein dieser Unterschied zwischen den beiden Familien ist doch fraglich, da nach meiner ⁸⁾ Erfahrung weder *Cyclops* noch *Cyclopsine* eine Bauchganglienmasse besitzen, sondern an dieser Stelle einen starken medianen Nerven, der nach rechts und links Aeste abgiebt; das Gehirn liegt vor dem Schlund, und dieser wird zu beiden Seiten eng von kurzen dicken Commissuren umgeben, so dass man bei Vergleichung der von mir gegebenen Abbildungen mit den Darstellungen über *Sapphirina* wohl annehmen darf, dass sie sich unter dem Schlund zu einem grösseren Knoten vereinigen werden, dessen Fortsetzung nach hinten der erwähnte Nervenstamm ist. Nach vorn verlängert sich das Gehirn in einen unpaaren starken Schenkel, an dessen Ende das Sehorgan sitzt. Das Nervensystem der Cyclopiden ist jedenfalls schwieriger zu untersuchen, als das der durchsichtigen, zarthäutigen Sapphirinen, woraus sich zum Theil die abweichenden Angaben erklären.

Bei *Sapphirina fulgens* gehen Nerven aus der centralen Ganglienmasse zu den Antennen, Mundtheilen, Kopfmuskeln und erstem Thoracalring; ausserdem

1) Rathke, ibid. Vol. 19. — 2) v. Nordmann, Mikrophische Beiträge Heft 2, 1832.
3) Auch nach Claus soll bei *Achtheres* (Ztschrift f. wiss. Zool. XI. Bd. 1861) ein Ganglion oberhalb des Schlundes liegen. — 4) Zenker, Anat. syst. Studien üb. d. Krebsstiere, Archiv f. Naturgesch. 1854, Taf. VI, fig. 13. — 5) Gegenbaur, Mittheilungen üb. d. Organisation von *Phyllosoma* und *Sapphirina*, ibid. 1858, Taf. V, fig. 1. — 6) Leuckart, Carcinologisches, ibid. 1859, mit bildlichen Darstellungen von *Calanus erythrochilus*, *Copilia missouriensis*, *Sapphirina stylifera*. — 7) Claus, Beitr. z. Kenntniss d. Entomostraken, Marburg 1860, Taf. I, fig. 1. — 8) Leydig, Bemerkungen üb. d. Bau d. Cyclopiden, Arch. f. Naturgesch. 1869, Taf. IV.; Naturgeschichte der Daphniden, 1860, S. 35.

sollen Nerven zarterer Beschaffenheit sich in immer feinere Aestchen auflösen, um peripherisch unterhalb der Körperbedeckung mit eigenthümlichen Kugeln in Verbindung zu treten. Die beiden Nervenstämme nach hinten divergiren beträchtlich, theilen sich im ersten Thoracalsegment in vier Aeste, von denen drei den Thoracalsegmenten bestimmt sind, der vierte durch den ganzen Körper bis in die Schwanzplatten unter Abgabe von Zweigen sich erstreckt.

3. Ostracoden.

Das Nervensystem dieser Gruppe ist bis jetzt einzig und allein von Zenker¹⁾ untersucht worden, und es scheint aus den Mittheilungen des Genannten hervorzugehen, dass die Ostracoden im Bau dieses Organsystems den Branchiopoden verwandt sind, als den Entomostraceen.

Bei *Cypris* liess sich nur das Gehirn deutlich sehen und undeutlich innerhalb des Brustbeins ein grosses Ganglion, welches wahrscheinlich aus drei kleineren zusammengesetzt war. Günstiger war *Cythere lutea*: vor dem Munde ein grosses Gehirnganglion, mit Fäden zum Auge und Bildung eines Ganglions; andere Fäden zu den Antennenpaaren. Im Innern des Brustbeins eine aus zwei Gangliis bestehende Nervenmasse, aus ihnen Nerven für die beiden Kieferpaare. Hierauf wieder drei herzförmige kleine Ganglien für die Fusspaare und endlich ein halbmondförmiges, das den Schwanz und vielleicht auch den Geschlechtsapparat versorgt.

d. Branchiopoden.

1. Argulinen.

An dem wegen seiner platten Körpergestalt und grossen Durchsichtigkeit verhältnissmässig leicht zu untersuchenden *Argulus foliaceus* war lange nur eine über dem Saugrüssel gelegene Hirnmasse durch Jurine bekannt²⁾. Ich³⁾ konnte später zeigen, dass dieses Thier ein sehr entwickeltes Nervensystem besitze.

Gehirn birnförmig, auf ihm als Basis für das Nebenauge (Gehirnfleck) ein kleblattartiger Abschnitt: »Augengehirn« (S. 184). Vom Gehirn entspringen die Nerven für die zusammengesetzten Augen und dahinter die Antennennerven. Das Bauchmark, sich durch kurze, den Schlund enge umfassende Commissuren mit dem Gehirn verbindend, hat ein gedrungenes Aussehen, besteht aus sechs von vorne nach hinten an Grösse abnehmenden, unmittelbar aneinander liegenden Knoten; die fünf ersten annähernd viereckig, das sechste herzförmig. Vom ersten Knoten ein Nerv zu den Saugnapffüssen und zum ersten Fusspaar. Zweiter Knoten ohne Nerven. Dritter Knoten mit einem Nerven, der dem Kopfschild anzugehören scheint. Viierter und fünfter Knoten ohne Nerv. Vom sechsten oder letzten ziehen sechs Hauptstränge ab für den übrigen Körper.

2. Daphniden.

Schon ältere Beobachter wussten vom Gehirn dieser Thiere, ohne jedoch die eigentliche Form und Gliederung desselben zu kennen⁴⁾. Dasselbe ist nie ein, wie man früher meinte, »unpaares Ganglion«, sondern besteht immer aus einem rechten und einem linken Lappen, die sich allerdings so nahe gerückt sind, dass eine nur seichte mittlere Vertiefung die Grenze ausdrückt. Nach oben treten constant zwei Schenkel in die Höhe, wovon entweder jeder für sich

1) Zenker, anat. syst. Studien üb. d. Krebsthiere. Archiv f. Naturgesch. 1864, Taf. IV, fig. 11. — 2) Jurine, *Mémoire sur l'Argulus foliaceus*; in den *Annal. du Muséum d'histoire naturelle*. Tom. 7. 1806, Pl. 26, fig. 11. — 3) Leydig, üb. *Argulus foliaceus*. Ein Beitrag zur Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte dieses Thieres. Ztschrft f. wiss. Zoologie 1850; Taf. XIX, fig. 1, Taf. XX, fig. 2. — 4) Vergl. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden, 1860, wo das Gehirn und die abgehenden Nerven von vielen Gattungen beschrieben sind. (Allgemeines S. 33, Einzelnes z. B. über *Sida crystallina* S. 92, *Daphnia pulex* S. 123, *D. longispina* S. 142, *D. sima* S. 157, *D. brachyata* S. 169, *D. rectirostris* S. 176, *D. quadrangula* S. 181, *D. mucronata* S. 189, *Pasithoa* S. 204, *Boemina* S. 308, *Lynceus* S. 213, *Polyphemus* S. 235.) Auch auf die einschlägigen Arbeiten von Straus, Lovén, Schödler, Liljeborg u. A. ist mehrfach Bezug genommen.

abgerundet aufhört, also selbständig bleibt (*Lynceus lamellatus*), oder beide zu einem gemeinsamen Lappen, dem Sehganglion (s. ob. S. 183) verschmelzen (*Daphnia*, *Sida*, *Polyphemus* etc.). Dabei bleiben die Schenkel des Sehganglions an ihrer Wurzel für sich, so dass durchweg zwischen dem Gehirn und dem Ganglion opticum ein verschieden grosser Raum klafft. Das Gehirn umfasst mit Commissuren den Schlund, die sich zu einem Ganglion vereinigen, was ich aber nur im Profil gesehen habe und dessen eigentliche Gestalt mir unbekannt blieb. Auch ist es mir unmöglich gewesen, trotz der grossen Verwandtschaft der Daphniden mit *Artemia*, *Branchipus* eine Bauchganglienreihe aufzufinden. Es scheint, dass das ganze Bauchmark, ähnlich wie bei den Copepoden, lediglich aus dem unter dem Schlund liegenden Ganglion besteht. Periphere Nerven, ausser den zum Auge gehenden sind: Nerven für die Augenmuskeln, für die Tastantennen, Ruderarme, Hautnerven etc.

3. Phyllopoden.

Diese Gruppe ist ausgezeichnet durch die Strickleiterform des Bauchmarks, die sich hier am reinsten unter allen Arthropoden erhält (s. oben S. 190). Bauchmark nach hinten verjüngt (S. 194).

An der grössten Gattung, an *Apus*, deren Nervensystem sich schon mit freiem Auge zum Theil erforschen lässt, haben es Cuvier¹⁾, Gäde²⁾, Berthold³⁾, am genauesten Zaddach⁴⁾ beschrieben. Gehirn platt, viereckig, aus den obern Winkeln die beiden starken Sehnerven abgehend; die Schlundcommissuren lang, stark gebogen. Hinter dem Schlund mit Quercommissur; hier Abgang eines starken Nervenpaares zur Speiseröhre (sog. sympathische Zweige). Ganglien des Bauchmarks sehr zahlreich (S. 182), 60 Anschwellungen; erst weit auseinander stehend, dann allmählig sich näher rückend. Quercommissuren der Ganglien doppelt. Nerven an die Füsse und die Muskeln. Eigenthümlich ein starker Nerv, vom Bauchmark entspringend, neben diesem nach hinten hinlaufend, mit einem Endganglion.

Was die andern zarteren Phyllopoden betrifft, deren Nervensystem bloss mit Hilfe des Mikroskopes dargestellt werden konnte, so war lange nur von *Limnadia* durch Brongniart⁵⁾ ein plattes Kopfganglion bekannt, ebenso durch Joly⁶⁾ an *Isaura*. Ich⁷⁾ habe dann von *Artemia*, an welcher Gattung J. nicht einmal dieses Kopfganglion, sondern nur die Augennerven entdecken konnte, sowie bei *Branchipus* ein Nervensystem nachgewiesen, das sich in seiner Gliederung eng an das von *Apus* anschliesst. Gehirn ein mehrfach eingekerbter Halbring, in der Mitte mit besonderem, bald einfach dreieckigem, bald mehrfach gebuchtem Lappen (»Augengehirn« S. 184) für den rothbraunen Pigmentfleck (Nebenaugen). Commissuren des Gehirns in weitem Bogen um den Schlund. Ganglion unter dem Schlund ansehnlicher als das Gehirn, in der Mitte eingeschnitten. Nerven des Gehirns: zu den Augen, in die männlichen Greiforgane, Kopfanhänge beim Weibchen, Antennen. Ganglienpaare des Bauchmarkes 11–12. Längscommissuren weit auseinander; Quercommissuren immer doppelt, verkürzen sich nach hinten; Ganglien des letzten Paares fast miteinander verschmolzen. Zahl der Seitennerven aus jedem Ganglion 3; aus dem letzten nur 2. Von *Limnetis* hat Grube⁸⁾ eine Beschreibung gegeben, aus der hervorgeht, dass die Grundzüge des Nervensystems dieselben sind, wie bei den übrigen Phyllopoden.

4. Poecilopoden.

Das Nervensystem von *Limulus* weicht von dem anderer Krebse in wesentlichen Stücken ab. Nach v. d. Hoeven⁹⁾ besteht die Hauptmasse aus einem

1) Cuvier, Vorlesungen üb. vergl. Anatomie, 1809. — 2) Gäde, *Monoculus apus* in Wiedemann's Zool. Magazin, Bd. 1. 1817. — 3) Berthold, Beiträge zur Anatomie des *Apus canceriformis*, Isis 1830. — 4) Zaddach, *De apodis canceriformis anatome et historia evolutionis*, 1841. — 5) Brongniart, *Mém. sur le Limnadia*, *Mém. du Muséum*. Tom. 6. 1830. — 6) Joly, *Rech. zool. anat. et phys. sur l'Isaura cycladoides*, *Ann. d. sc. natur.* 1842. — 7) Leydig, üb. *Artemia salina* u. *Branchipus stagnalis*. Beitr. z. anat. Kenntniss dieser Thiere. Ztschrift f. wiss. Zool. 1851. — 8) Grube, Bemerkungen üb. d. Phyllopoden. Arch. f. Naturgesch. 1853. — 9) Van der Hoeven, *Recherch. sur l'hist. natur. et l'anat. des Limulus*, 1838. — Histo-

die Mundöffnung umgebenden Markringe und einem ganglienlosen Centralstrang. Aus der vordern Partie des Markringes, Gehirn, mehr Nerven, namentlich zwei lange Sehnerven entspringend; aus den Seitentheilen des Ringes sechs Nervenpaare für die sechs Paar Scheerenfüsse, begleitet, mit Ausnahme des ersten, von einem dünnen Hilfsnerven. Hinter dem Schlund drei Quercommissuren (s. ob. S. 189); an dieser Stelle Zweige zum Schlund. Vom Ring ausserdem noch vier Paar starke Nerven zu den Seitentheilen des Körpers. Der Centralstrang durch den Vorderleib und einen Theil des Schwanzes verlaufend und dabei Aeste zu den Flossen und kiemenartigen Anhängen abgebend, besteht aus zwei miteinander verbundenen Fäden, die später weit auseinander treten, dann sich wieder nähern und jederseits mit einem Ganglion enden. Aus ihm ein langer Faden zum Schwanzstachel und mehr Fäden zu den benachbarten Theilen.

c. Malakostraceen.

1. Isopoden.

Allgemeiner Charakter dieser, sowie der zwei nächstfolgenden Unterabtheilungen (Laemodipoden, Amphipoden) ist eine sehr gleichmässige Gliederung des Bauchmarkes mit deutlichem Gedoppeltbleiben der Längsstämme und geringer Verschmelzung der Ganglien. (Sieh. ob. S. 190.)

Treviranus¹⁾ ist der erste, welcher das Nervensystem der Assel (*Oniscus*) genauer beschrieben und gezeichnet hat; dann untersuchte dasselbe Brandt²⁾ und zuletzt Lereboullet³⁾. Ich⁴⁾ habe mir es ebenfalls von *Porcellio* und *Oniscus* wiederholt angesehen und bemerke vor Allem, dass man an Thieren, die 1—2 Tage in Essigsäure gelegen und denen man die Beine nahe der Wurzel abgeschnitten hat, schon mit freiem Auge, besser mit der Lupe das Bauchmark durch die Haut durchschimmern sieht, wodurch man in den Stand gesetzt wird, das Verhältniss zu den einzelnen Körpersegmenten leicht zu bestimmen. An ebenso zubereiteten Thieren lässt sich dann auch das Bauchmark bequem als Ganzes ausschneiden und von dem anhängenden Fettkörper gereinigt auf die Glasplatte auffangen. Viel mehr Schwierigkeiten macht es, das Gehirn zu isoliren, was wohl auch der Grund war, warum Treviranus dasselbe gar nicht gekannt hat, Brandt es zwar kannte und abbildete, aber keineswegs nach seiner richtigen Gestalt. Am besten hat es Lereboullet beschrieben, obschon ich im Einzelnen auch nicht ganz übereinstimmen kann.

Das Gehirn der Asseln bildet nicht zwei einfache, über dem Schlund liegende Anschwellungen, sondern, was schon der letztgenannte Forscher hervorhebt, man kann dasselbe als aus vier Hauptganglien zusammengesetzt betrachten. Das oberste Paar von länglich birnförmiger Gestalt sehe ich nicht als die eigentlichen Hirnganglien an, sondern als sehr entwickelte und selbständig gewordene Sehganglien (S. 183); aus ihnen kommen die Sehnerven, welche in einiger Entfernung von ihrem Ursprung abermals eine schwache Anschwellung haben.

Hinter der letztern und bevor der Sehnerv in seine zu den Augen tretenden Bündel sich auflöst, findet sich, was ich gleich jetzt erwähnen will, ein merkwürdiger Anhang, in geradem Zusammenhang mit der nervösen Substanz. Derselbe hat im Allgemeinen das Aussehen eines kurz gestielten Beutels, ist entweder ganzrandig oder er zeigt sich wie schwach gelappt; in manchen Fällen scheint er auch eine Art Lumen zu haben (*Porcellio scaber*). Histologisch besteht er aus einer Tunica propria, einer Fortsetzung des Neurilemms und einer zelligen Auskleidung, oder wenn kein Lumen vorhanden, ist er, wie bei *Porcellio laevis*, erfüllt mit Zellen. Der Inhalt dieser Zellen ist aber verschieden von dem der gewöhnlichen Ganglienkugeln und giebt uns vielleicht einen Fingerzeig, als was wir den Anhang aufzufassen haben. Ihr Inhalt ist nämlich von

logische Mittheilungen üb. d. Nerven hat Gegenbaur (Anat. Unters. eines *Limulus*, Abhandl. d. naturf. Ges. in Halle, 1858) veröffentlicht. — 1) Treviranus, vermischte Schriften anatom. u. physiol. Inhalts, 1816. Früher schon hat Cuvier (Vorlesg. üb. vergl. Anat. 1809) die Kellerrassel zergliedert. — 2) Brandt u. Ratzeburg, Medizinische Zoologie, 1829. — 3) Lereboullet, *Mém. sur les Crustacés de la famille des Cloporides*, *Mém. d. l. soc. du Muséum d'hist. natur. de Strasbourg*, 1850. — 4) Meine Tafeln s. vergl. Anat. Taf. VI, fig. 7, fig. 8.

derselben eigenthümlich bräunlichen oder schmutzig gelben Farbe, wie sie die nebennierenartigen Organe verschiedener Wirbelthiere bei durchgehendem Licht an sich haben. Das ganze Organ ist unter den letztbezeichneten Umständen bräunlich und intensiv weiss bei auffallendem Licht.

Um wieder auf die Sehganglien zurückzukehren, so lässt sie Lereboullet durch eine schwache Commissur miteinander verbunden sein. Ich sehe nichts davon, sondern die Ganglien stehen nur nach unten mit dem übrigen Gehirn durch einen kurzen, dicken Stiel in Verbindung, haben aber unter sich keinen Zusammenhang; das Gehirn erscheint daher, von oben betrachtet, tief eingeschnitten. Im Innern Punktsubstanz als Kern, Ganglienkugeln als Rinde; aus ersterer Ursprung der zu den Augen gehenden Fasern.

Unter den Sehganglien liegen die Ganglien, welche Lereboullet »*Ganglions inferieurs*« nennt und die ich den primären Hirnanschwellungen (S. 182) vergleiche. Sie wölben sich unmittelbar über die aus deutlichen Bogenfasern bestehende, den Schlund überbrückende Commissur. Hinsichtlich ihrer Structur glaube ich etwas ähnliches, wie am Gehirn der Biene beobachtet zu haben, einen riesigen Nucleus nämlich, der, umgeben von heller Zone und darauf folgender Punktsubstanz, in beiden Anschwellungen die eigentliche Mitte vorstellt. Zu äusserst wieder die zellige Rinde. Gerade in der Mittellinie zwischen diesen beiden Hirnlappen ein stärkeres durchtretendes Blutgefäss (Aorta). Von den primären oder eigentlichen Hirnanschwellungen entspringt jederseits nach aussen ein neuer länglicher Lappen, von dem ausser mehreren kleinen Nerven ein sehr dicker Nerv abgeht und nach Lereboullet für die äusseren Antennen bestimmt ist, mir aber eigenthümliche Sinnesorgane zu versorgen scheint, wovon später das Weitere mitgeteilt werden wird. — An der Abbildung, welche L. vom Bauchmark giebt (a. a. O. Pl. X, fg. 174) ist der Habitus dadurch, dass er die beiden Längsstämme fast durchweg wie verschmolzen zeichnet, sehr verfehlt; naturgetreuer war bezüglich dieses Punktes die Zeichnung von Brandt, und selbst die von Treviranus traf bereits hierin den Charakter besser, ob schon sie fälschlich die Längscommissuren meist spindelförmig hält.

Die Zahl der Bauchganglienpaare ist nach flüchtiger Besichtigung bei *Porcellio scaber* und *Oniscus murarius* sieben. Prüft man aber genauer, so kommen noch zwei kleine zum Vorschein. Die den Schlund umfassenden Commissuren verschmelzen, ohne zunächst ein unteres Schlundganglion entwickelt zu haben zu einer ungetheilten Längscommissur von ziemlicher Länge (S. 192). Hierauf folgt das erste Ganglion des Bauchmarks, klein und leicht übersehbar; es entsendet nach beiden Seiten einen Nerven, der entsprechend der geringen Grösse des Ganglions ebenfalls um vieles geringer ist, als die gleichwerthigen Seitennerven der übrigen Bauchganglien. Von jetzt ab weichen die Längscommissuren auseinander, und erhalten sich so bis ans Ende des Bauchmarkes. Die Längscommissuren zwischen dem erwähnten kleinen Ganglion und dem nächstfolgenden grossen Paar sehr kurz, doch mit dem aus allen Längscommissuren entspringenden Nerven. Das zweite bis achte Paar der Ganglien so ziemlich von gleicher Grösse. Rechts und links ein immer etwas nach vorn geneigter Seitennerv, der sich bald gabelt. — Insofern die Ganglien von vorhin »Bauchganglien« genannt wurden, darf wohl in Erinnerung gebracht werden, dass es eigentlich »Brustganglien« sind. Im eigentlichen Abdomen fehlen hier die Knoten. S. ob. Seit. 193.

Bei histologischer Untersuchung innerhalb je eines zusammengeschmolzenen Ganglienpaares zwei kurze Quercommissuren sichtbar; unter den Ganglienkugeln der Unterfläche der Knoten immer einige median gelagerte, die durch besondere Grösse sich abheben. Das hinterste Ganglion — also das neunte — viel kleiner als die vorhergehenden; die »*extrémité mousse*« des Bauchmarks bei L. weist sich als selbständiges Glied dadurch aus, dass innerhalb seiner Substanz noch einmal eine kurze Spalte, d. h. äusserst verkürzte Längscommissuren vorhanden sind. — Ueber Ganglienkugeln des Gehirns sieh. auch S. 84.

Nach der ganzen Länge des Bauchmarks kommen, wie alle Autoren bemerken, ausser den Seitennerven der Ganglien noch Seitennerven der Längscommissuren vor, je einer aus einer Commissur (S. 197). Sie gehen alle etwas schräg nach hinten und scheinen sich sehr beständig in drei Aeste zu spalten (Brandt zeichnet nur zwei), wovon der hinterste sich mit einem Aste der aus den Ganglien

ommenden Seitennerven verbindet. — Die von Brandt beschriebenen zwei Nötchen der »Eingeweidenerven« hinter dem Gehirn kann ich nicht finden, treffe aber an dieser Stelle einige kleine Drüsen, dem Kaumagen angehörig, und vermute, dass dies die vermeintlichen Ganglien seien. Ein »sympathisches« Stirnganglion glaube ich erkannt zu haben.

Lereboullet hebt nachdrücklich hervor, dass bei den Asseln nichts was man »brides épinières« Lyonet's, also den Newport'schen »Respirationsnerven«, demnach kein Analogon der oben für das Aequivalent des Sympathicus klärten Nerven vorkomme. Der französische Forscher befindet sich hierin im Irrthum. Nach der ganzen Länge des Bauchmarks sieht man in dem Rauminischen den Längscommissuren den unpaaren Nerven (S. 206), durch die hier befindliche Fettmasse zwar öfters verdeckt, aber nach Entfernung derselben immer deutlich; er geht nie über die Ganglien weg, sondern beginnt an ihnen jedesmal von neuem. Und an Thieren, die etwa eine Nacht der Einwirkung von Essigsäure ausgesetzt waren, zeigt sich, dass von seinen Endpunkten aus die Faserzüge innerhalb der Längscommissuren des Bauchmarkes zum Seitennerven der letzteren begeben. Doch ist dieser Seitennerv nicht rein sympathischer, sondern ein gemischter Nerv; es treten mit ihm auch Elemente aus, die nur den Längscommissuren angehören, wobei noch zu bemerken, dass diese sindel aus breiten, hingegen die schräg vom Anfang und Ende des Mediannerven herkommenden aus feinen Fasern bestehen. (Sieh. auch ob. S. 206.) — Die reieckige Befestigungsbänder vom Neurilemm des Bauchmarkes zu den Bauchhienien siehe oben Seite 209.

Aus *Asellus aquaticus* habe ich zwar nicht das ganze Bauchmark vor mir gehabt, sondern nur einzelne Abschnitte, an denen sich aber doch die wesentliche Uebereinstimmung mit den Landasseln sehen liess. Längsstränge weit auseinander, aus ihnen zwischen je zwei Ganglienpaaren ein Seitennerv; aus den Ganglien aber je ein Seitennerv. Der Commissuralnerv viel schmaler und blasser, als er von den Ganglien entspringende Mediannerv S. 206. Eine breite, viel Fett und braunkörniges Pigment in Netzform enthaltende Hülle um das Bauchmark, bei deren Bedeutung ich bereits S. 213 meine Ansicht aussprach.

Die Gattung *Armadillo* (Rollassel), welche ich ebenfalls untersuchte, hat ekanntlich im Aeussern eine gewisse Aehnlichkeit mit der Myriapodengattung *Glomeris*, und scheint den Uebergang zum bezeichneten Rollvielfüssler zu bilden. Aber im Bau des Bauchmarkes ist *Armadillo* eine echte Assel und stimmt durchaus mit *Oniscus* und *Porcellio* überein. Es fehlt auch, wie schon S. 206 erwähnt, der mediane (sympathische) Nerv nicht. Das Bauchmark von *Glomeris* (siehe S. 256) ist wesentlich davon verschieden.

Es wurde schon bezüglich des *Oniscus* und *Porcellio* gesagt, dass alle Ganglien des Bauchmarkes im Thoracaltheil liegen, während das Abdomen bloss den peripherischen Endbüschel erhält. Die Gattung *Ligidia* hingegen besitzt nach Lereboullet¹⁾ auch im Abdominalabschnitt vier Paar Ganglien.

Ueber die Gattungen *Bopyrus*²⁾, *Cymothoa*³⁾, *Aega*⁴⁾, *Idothea*⁵⁾ siehe die unten aufgeführten Schriften. Ausser den Hauptganglien im Thorax finden sich auch hier noch kleinere Ganglienpaare im Abdomen.

2. Laemodipoden.

Thiere mit äusserst verkümmertem Hinterleib oder gänzlichem Mangel desselben. Das Nervensystem der breiten Formen (*Cyamus*) ist durch Treviranus⁶⁾ und Roussel de Vauzème⁷⁾, das der langen, stab- oder fadenförmigen Arten (*Caprella*) durch Frey und Leuckart⁸⁾ bekannt geworden. Bei beiden, das Gehirn mitgerechnet, neun Ganglienpaare, die drei vordersten im Kopfsegment. Das erste und zweite eigentliche Bauchganglion nahe beisammen

1) Lereboullet, *Mém. sur la Ligidia Persoonii* Brdt., *Ann. d. sc. natur.* Tom. 20. 1848.
— 2) Rathke, *de Bopyro et Neridae*, 1837. — 3) Audouin u. Milne Edwards, *Ann. d. sc. nat.* Tom. 14. 1828. — 4) Rathke, *Nov. act. nat. Cur.* Vol. 20. 1848. — 5) Derselbe, *Neueste Schrift. d. naturf. Gesellsch. in Danzig*, 1820. Vergl. auch Frey u. Leuckart, *Lehrbuch d. Zoot.* 1847. S. 195. — 6) Treviranus, *Vermischte Schriften*, Bd. II, 1817. — 7) Roussel de Vauzème, *Ann. d. sc. natur.* T. 1. 1834 (schöne Abbildung). — 8) Frey u. Leuckart, *Beiträge z. Kenntniss wirbelloser Thiere*, 1847.

und theilweise verschmolzen. Die Längscommissuren überall doppelt. Im stummelförmigen Postabdomen keine Markmasse mehr.

3. Amphipoden.

Von den zahlreichen hieher gehörigen Gattungen sind bis jetzt nur einige auf das Nervensystem untersucht worden. Ueber den allgemeinen Charakter des Bauchmarks s. ob. S. 190.

Ueber *Talitrus* liegen die Beobachtungen von Audouin und Milne Edwards¹⁾ vor. Gehirn kaum grösser als die ersten Bauchganglien; Zahl der Bauchganglien zwölf, die des Schwanztheiles kleiner als die andern. Längscommissuren vollkommen gesondert. Zahl der Seitennerven der Ganglien jederseits zwei. Die Gattung *Gammarus*, deren Nervensystem von la Valette²⁾ gedenkt und zeichnet, schliesst sich unmittelbar an. Gehirn mehrlappig, Zahl der Ganglien des Bauchmarks zwölf. Dieselben haben der Abbildung zufolge eine eigenthümlich gelappte Form. Jederseits aus den Ganglien zwei Seitennerven, dann auch (wie bei den Asseln z. B.) ein Nerv aus den Längscommissuren. Diese letzteren deutlich gesondert. — Einen etwas höheren Rang nehmen die grossköpfigen und grossäugigen Gattungen *Hyperia* und *Phronima* ein. Nach Straus³⁾ sticht das Gehirn der *Hyperia* durch seine Grösse von den Bauchganglien ab und besteht aus zwei hintereinander gelegenen Ganglienmassen. Zehn Bauchganglien; das erste durch Verschmelzung mehrerer besonders gross. Längscommissuren dicht beisammen. *Phronima* besitzt, wie wir durch Pagenstecher⁴⁾ wissen, ebenfalls ein grosses, in die Quere entwickeltes Gehirn. Schlundring zart, weit; das Ganglienpaar unter dem Schlund gross, da es auch hier mehrere Ganglien in sich aufgenommen hat. Das Gehirn abgerechnet elf Ganglien des Bauchmarks. Die sieben ersten Paare von mehr länglicher Form und weniger verschmolzen; die vier letzten mehr dem rundlichen sich nähernd, kleiner und inniger verschmolzen. Längscommissuren überall paarig. Seitennerven jederseits je einer, aus dem ersten (grossen) Bauchganglion je zwei; kommen nur aus den Ganglien.

Die Hyperinen könnte man in gewissem Sinne als gutes Beispiel (S. 180) zum Belege des Satzes aufstellen, dass die äussere Thierform Ausdruck der innern Nervenordnung sei, namentlich wenn man sie mit ihren nahen Verwandten, den Gammarinen, vergleicht. Bei den Hyperinen ist der Kopf das grösste Körpersegment, von dem aus stetig der Körper sich nach hinten verschmälert. Dieselbe Abstufung zeigt das Nervensystem: grosses Gehirn, grosses erstes Bauchganglienpaar, gradweises Abnehmen der übrigen bis zum letzten oder kleinsten Ganglienpaar.

4. Stomatopoden.

Die Gattung *Squilla* gehört zu den Krebsen, deren Nervensystem schon Cuvier⁵⁾ bekannt gemacht. Es nähert sich bereits dem der höheren Krebse an. Gehirn jederseits den Augen- und zwei Antennennerven abgebend. Schlundcommissur sehr lang; in ihrer Mitte eine Quercommissur (S. 188). Zehn Bauchknoten. Der vorderste sehr ansehnlich, aus Verschmelzung mehrerer entstanden, von ihm Nerven zu den Mundtheilen, Kieferfüssen und Gehfüssen. Die drei nächstfolgenden Knoten, um vieles kleiner, gehören der Brust und den drei letzten Beinpaaren an; die sechs letzten dem Schwanz und dessen dicken Muskeln; das hinterste etwas stärker als die vorhergehenden, mit Nerven zum Mastdarm

1) Audouin u. Milne Edwards, *Ann. d. sc. nat.* T. 14. 1828. — 2) De la Valette, *de Gammaro puteano*. 1857. Vergl. auch Bruzelius, Beitrag z. Kenntniss vom inneren Bau d. Amphipoden, *Arch. f. Naturgesch.* 1859. — Ueb. das Nervensystem von *Gammarus ornatus* steh. ferner Rentsch, *Homologenes.* Beitr. z. Natur- u. Heilkunde, 1860. (Schade, dass in diesem Buche manche richtige Beobachtung durch vorgefasste Meinungen verhüllt oder entstellt wird.) — 3) Straus, *Mém. sur les Histiæ, Mém. du Muséum d'hist. nat.* Tom. XVIII. 1829. — 4) Pagenstecher, *Phronima sedentaria*. Ein Beitrag z. Anat. u. Physiol. dieses Krebses. *Archiv f. Naturgesch.* 1861. — 5) Cuvier, *Vorles. üb. vergl. Anat.* 1809. Vergl. auch delle Chiaje, *Descrizione e anatomia degli Animali invertebrati della Sicilia citeriore*, Napoli 1841–44.

und zur Schwanzflosse. (Hinsichtlich der Mundmagennerven dieser Gattung s. die mehrfach citirte Schrift Brandt's.)

Ueber *Mysis* vergl. die Mittheilungen Frey's¹⁾. Ausser dem zweilappigen, quergelagerten Gehirn zehn oder elf Ganglien des Bauchmarks. Die vordern fünf bis sechs des Vorderleibes grösser und durch kürzere Längscommissuren verbunden, als die des Schwanzes.

Die bisherige Stomatopodengattung *Phyllosoma* ist nach neueren Erfahrungen der Jugendzustand von *Palinurus vulgaris*. Und betrachtet man die Figuren, welche früher Audouin und Milne Edwards²⁾, sowie jüngst Gegenbaur³⁾ über das Nervensystem von *Phyllosoma* veröffentlicht haben, so wird man beim ersten Blick zu dem Ausspruch kommen, dass in der Gestaltung desselben sich eine viel höhere Form kundgiebt, als die der bisher abgehandelten Krebse war. Es ist der Typus des Nervensystems der Dekapoden. Gehirn sehr beträchtliche, aus zwei fast dreieckigen Seitenhälften bestehende Masse. In jeder Hälfte vier Gangliengruppen erkennbar. Nerven für die Augen und die Fühler. Commissuren um den Schlund sehr lang, durch den ganzen Brustschild und ein Theil des Abdomens verlaufend. Bauchkette aus achtzehn Ganglienpaaren bestehend; der Brusttheil eine aus sechs Paaren zusammengesetzte Masse. Aus den drei vordern die Nerven zu den Mundtheilen. Die nächstfolgenden sechs Ganglienpaare die bedeutendste Portion der ganzen Bauchkette; zwischen je zwei Ganglienpaaren eine rundliche Oeffnung, durch die vierte derselben biegt die grosse Baucharterie. Die Nerven dieser Abtheilung ausschliesslich zu den Füssen. Die Fortsetzung des Bauchmarkes in den Schwanz besteht aus den zwei dicht beisammen liegenden Längsträngen, so dass sie einen scheinbar einfachen Strang bilden, an dem sechs kleine Ganglienpaare von gleicher Grösse zu unterscheiden sind. Aus ihnen jederseits zwei Nervenstämmchen. Noch wäre darauf aufmerksam zu machen, dass bei *Phyllosoma* das Gehirn von zierlichen Blutgefässnetzen umspinnen ist, eine Eigenschaft, die ebenfalls nur den höheren Krebsen zuzukommen scheint.

5. Dekapoden.

Am Nervensystem dieser am höchsten stehenden Krebse liegt ein Gehirn von ziemlicher Entwicklung weit vorne im Kopf (Schnautze); die den Schlund umfassenden Commissuren sind auffallend lang (S. 188); das Bauchmark der langschwänzigen Dekapoden (Makrouren) besteht in der Regel aus zwölf Ganglienpaaren, wovon die sechs vorderen, der Brust und dem Abdomen angehörig, sich durch Grösse auszeichnen (*Astacus fluviatilis*, *Homarus vulgaris*), auch wohl zu grösseren Massen (*Palaemon*, *Palinurus*) zusammenschmelzen. Bei den Brachyuren erreicht diese Centralisation ihren Gipfelpunkt (S. 193). Die Längscommissuren der hintern Bauchganglien sollen nur einen einzigen gemeinschaftlichen Strang vorstellen, was aber wohl durchweg blos scheinbar ist, denn beim Flusskrebs bleibt er nach meiner Erfahrung deutlich doppelt.

Da viele dieser Thiere für die gewöhnliche Zergliederung gross genug sind, so haben auch schon Anatomen des 17. Jahrhunderts, wie Willis am Hummer, Swammerdam vom Eremitenkrebs das Nervensystem im Hauptumriss darzustellen vermocht. Am öftesten wurde der Flusskrebs (*Astacus fluviatilis*) zergliedert und schon bei Rösel⁴⁾ erscheint das Bauchmark abgebildet, obschon der Verfasser es für ein Blutgefäss hielt. Dann beschrieb und zeichnete Scarpa⁵⁾ Gehirn und dessen Nerven; einige Jahre später Cuvier⁶⁾ das gesammte Nervensystem; ebenso Suckow⁷⁾. Eine sehr genaue Abbildung des Gehirns und der davon ausstrahlenden Nerven gab E. H. Weber⁸⁾. Selbständige Darstellung des Nervensystems bei Gustav Carus⁹⁾. Die grösste Anerkennung und weiteste Verbreitung hat die Abbildung erhalten, welche Brandt¹⁰⁾ veröffentlichte.

1) Frey, *De Mysidæ flexuosæ anatome*, 1846, u. Frey u. Leuckart, Beiträge z. Kenntniss wirbelloser Thiere, 1847. — 2) Audouin u. Milne Edwards, *Ann. d. sc. natur.* T. 14, 1828. — 3) Gegenbaur, Archiv f. Naturgesch. 1858. Auch mit histologischen Angaben über den Bau der peripherischen Nerven. — 4) Rösel, Monatliche Insectenbelustigung. 1. Theil (1755). — 5) Scarpa, *Anat. disquisitiones de auditu et olfactu*. Ticin. 1789. — 6) Cuvier, Vorles. üb. vergl. Anat. 1809. — 7) Suckow, Anat. physiol. Unters. d. Insect. u. Krustenth. 1818. — 8) E. H. Weber, *De auro et auditu hominis et animalium*, 1820. — 9) G. Carus, Lehrbuch d. vergl. Zootomie, 1818. Zweite Aufl. 1834. — 10) Brandt u. Ratzeburg, Medizinische Zoologie, 1829.

Ueber die sog. Eingeweidennerven haben Joh. Müller¹⁾, Brandt²⁾, Schlemm³⁾, vorzüglich Krohn⁴⁾ Untersuchungen angestellt. Histologische über Ganglienkugeln, Nervenfasern, Anordnung und Verlauf beider, über Neurilemm bei Ehrenberg⁵⁾, Valentin⁶⁾, Hannover⁷⁾, Will⁸⁾, Remak⁹⁾, Leydig¹⁰⁾. Eine ausführliche histologische Darstellung lieferte Häckel¹¹⁾.

Das Gehirn des Flusskrebses an seiner oberen Fläche ziemlich deutlich in vier rundliche Lappen getheilt, besteht nach Valentin aus acht einzelnen Knötchen. Ganglienkugeln weichen von denen anderer Nervencentren ab, sind durchschnittlich viel kleiner und zarter (Häckel). Aus dem Vorderrande des Gehirns kommen die Sehnerven; von der untern Fläche die Nerven zu den grossen und kleinen Fühlern und benachbarten Theilen, wie z. B. zu dem früher für das Gehörorgan gehaltenen Kegel. Aus dem Hinterrande entstehen die langen Commissuren zum ersten Bauchganglion. Vorher Verbindung der Commissuren durch einen Querstast (S. 188). Das erste Bauchganglion ist länglich und das grösste der Bauchknoten; aus ihm namentlich Nerven zu den Mundtheilen. Die fünf folgenden Knoten, umschlossen von einem besondern Kanal des Hautskelets (S. 208), sind kleiner, versorgen Füsse und Kiemen; der fünfte und siebente auch die Geschlechtstheile und die obren Muskeln. Die Ganglien des Schwanzes geben die Nerven zu den starken Schwanzmuskeln und den falschen Füssen. Der letzte Knoten wieder von etwas ansehnlicher Grösse giebt büschelförmig Nerven zur Schwanzflosse. Die Längscommissuren im Brustkasten ziemlich weit auseinander, liegen im Abdomen so dicht beisammen, dass der Nervenstrang anscheinend ein einfacher geworden, doch bleibt die Trennungslinie bestehen. Sieh. S. 192. Jederseits ein Seitennerv aus den Längscommissuren (S. 197).

Das System der Eingeweidennerven besteht aus einem unpaaren Faden, der vom hintern Rande des Gehirns kommt und zwischen den beiden Schlundcommissuren zur obren Fläche des Magens tritt; dort Bildung von Ganglien und Geflechten. Dann besteht es zweitens aus paarigen Fäden, die von der Mitte des Schlundhalbsandes aus einer gangliösen Anschwellung ihren Ursprung nehmen und Geflechte entwickeln, aus denen Oberlippe, Mandibeln, Speiseröhre, Magen und Leber ihre Nerven erhalten. — Der Darm erhält nach der Entdeckung Krohn's seine Nerven aus dem Bauchstrang. (S. auch ob. S. 200.) Sie entspringen nämlich aus einem Stamme, der zuweilen doppelt ist und sich vom letzten Bauchknoten gegen die untere Wand des Darmes erstreckt. Er legt sich derselben, einige Linien vom After entfernt, dicht an und spaltet sich sogleich in zwei ansehnliche Aeste. Jeder derselben verläuft in der ganzen Länge der Seitenwandung des Darmes nach vorn. Ein unpaarer Zweig desselben Stammes ist vorzüglich für die hinterste Portion des Darmes bestimmt.

Vom Nervensystem des Hummers (*Astacus marinus*, *Homarus vulgaris*) haben bisher vorzugsweise englische Naturforscher gehandelt. Zuerst zergliederte, wie erwähnt, das Thier Thomas Willis¹²⁾; er weiss vom Gehirn und Bauchmark, das er medulla spinalis nennt. Dann erschien mehr als ein ganzes Jahrhundert später eine ausführliche Zeichnung des isolirt dargestellten Nervensystems von Home¹³⁾. Einige Jahre nachher gaben Audouin und Milne Edwards¹⁴⁾ gute Contourzeichnungen und die erste eingehende Beschreibung. Zuletzt hat uns Newport¹⁵⁾ das Nervensystem des Hummers in bewundernswerther Weise

1) Joh. Müller, *Act. Acad. Cassareo-Leopold.* T. XIV. — 2) A. a. O. — 3) Schlemm, *De hepate ac bile crustaceorum*, 1844. — 4) Krohn, *Isis* 1834. — 5) Ehrenberg, *Unbekannte Structur des Seelenorgans*, 1836. — 6) Valentin, *Nov. Act. Nat. Cur.* T. 13, 1838. — 7) Hannover, *Recherch. microscop. sur le syst. nerveux*, 1844. — 8) Will, *Archiv für Anat. u. Phys.* 1844. — 9) Remak, *Ueb. d. Inhalt d. Nervenprimittivröhren*, *ibid.* 1845. — 10) Leydig, *Lehrb. d. Hist. d. Mensch. u. d. Thiere*, 1857. — 11) Häckel, *Ueb. d. Gewebe d. Flusskrebses*, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1857. — Nachträglich finde ich noch Gelegenheit, auf eine interessante Abhandlung von Owsjannikow hinzuweisen: *Rech. sur la structure intime du système nerveux des Crustacés et principalement du Homard*, *Ann. d. sc. nat.* T. IV, 1861. Vergl. auch Walter, *Mikrosk. Studien üb. d. Centralnervensystem wirbelloser Thiere*. Bonn 1863. — 12) Willis, *De anima brutorum*, 1674. — 13) Home, *On the internal structure of the Human Brain, when examined in the microscope, as compared with that of fishes, insects and Worms*. *Phil. Trans.* 1834, Pl. II, fig. 3. — 14) Audouin u. Milne Edwards a. a. O. Ein Uebersetzen ist es wohl, dass die Verfasser meinten, sie seien die ersten, welche das Nervensystem des Hummers beschrieben. Eine zweite Abbildung, vermehrt und verbessert, giebt Milne Edwards in der illustrierten Ausgabe von Cuvier's *Règne animal*. — 15) Newport, *Phil. Trans.* 1834. — Vergl. auch Swan, *Comparative Anatomy of the Ner-*

geführt. Gestaltung des Nervensystems im Wesentlichen wie beim nahe verwandten Flusskrebs, doch im Einzelnen mit vielen Abänderungen.

Ueber *Palaemon*, dessen Brustknoten zu einer einzigen länglichen, die Nerven des Kopfbruststückes abgebenden Masse verschmolzen sind, sowie über *Palinurus*, in dem die Verschmelzung sämtlicher Thoracalganglien zu einer einzigen spindelförmigen Masse (sich. hierzu S. 198) noch weiter gediehen ist, vergl. Audouin und Milne Edwards¹⁾.

Ueber *Pagurus Bernhardus* als Repräsentanten der Halbschwänze (Anomuren) vergl. Swammerdam²⁾, Cuvier³⁾, R. Owen⁴⁾. Mit der bedeutenden Verkümmern des Hinterleibes steht es in geradem Verhältniss, dass die Zahl der ganglionären Anschwellungen abgenommen hat. Vorderer Theil des Bauchmarks auf drei Ganglien beschränkt; kurz vor dem After ein viertes und letztes.

Die Gattung *Homola*, deren Nervensystem man durch den oft genannten zoologischen Forscher⁵⁾ kennt, vermittelt den Uebergang zu den kurzschwänzigen Kapoden (*Brachyura*). Alle Ganglien des Vorderleibes zu einer einzigen Masse verschmolzen. Nervenstrang des Schwanzes ein einfacher Faden ohne Anschwellungen.

Cancer maenas und *Maja squinado*, die bisher untersuchten⁶⁾ Gattungen der kurzschwänzigen oder Krabben, besitzen ähnlich wie die Araneen und in Übereinstimmung mit dem gedungenen Körperbau das höchst concentrirte Nervensystem. Vom Gehirn laufen die Commissuren bis in die Mitte des Thorax, wo durch einen queren Faden verbunden (S. 188), und gehen dann in eine einzige grosse solide oder von einer Oeffnung durchbrochene (S. 193) Markmasse über, aus welcher strahlenförmig die Nerven für Brust und Hinterleib entspringen. In mittlerer unpaarer Nerv ohne Ganglien im Rudiment des Hinterleibes. — Die Eingeweidenerven nach Ursprung und Vertheilung scheinen denen der Makrokraken (Langschwänze) zu gleichen.

B. Myriapoden.

Das Bauchmark dieser langstreckigen, wohl zu einer besondern Klasse zu gehörenden Thiere hat in der einen Abtheilung derselben, den Chilognathen (*Julidae*) eine gewisse Aehnlichkeit mit dem der Anneliden, was wohl allen Beobachtern aufgefallen ist, und am meisten bei den rein walzenförmigen Gattungen ausgeprägt erscheint. Als allgemeiner Charakter wäre die sehr grosse Zahl der Bauchknoten (S. 182) in Wiederholung der zahlreichen Leibesringe, wie ihre sich so ziemlich gleichbleibende Grösse anzusehen. Ich hebe aus diesen Beobachtungen heraus, dass man bei *Julus* an dem im Ganzen sehr weichen Bauchmark mit Sicherheit noch die beiden Längszüge unterscheiden kann. Sie liegen zwar ganz dicht neben einander, sind aber nirgends verschmolzen, sondern bleibt eine scharfe Trennungslinie. Im feineren Bau bleibt auch mit dem Nervenstrang der Lumbicinen die Aehnlichkeit, dass die Ganglienkugeln in unterbrochener Lage herabziehen und nur, den Seitennerven entsprechend, durch grössere Anhäufung eine schwachknotige Form erzeugen. Das Neurilemm ist bei *Spirobolus* dick und längstreifig; die Zahl der zum Bauchmark gehenden Röhren ist eine erstaunlich grosse und zwar scheinen die Röhren lange fortgeführt zu verlaufen. (Sich. auch S. 244.) Ueber den das Bauchmark bei *Julus* und *Spirobolus* umfassenden Blutsinus und die ans Neurilemm sich heftende Musculatur s. oben S. 214. Von beiden Gattungen habe ich in m. Tafeln z. vergl. nat. Abbildungen des Nervensystems nach der Fläche und im Querschnitt gegeben. (Tafel V, fig. 8, fig. 4.)

¹⁾ *Regne animal*, 1835. — 1) a. a. O. u. abermals die illust. Ausgabe von Cuvier's *Regne animal*, wo sich Abbildungen in weicherer Ausführung vorfinden. — 2) Swammerdam, *Bibel der Natur*, Leipzig 1752, Taf. XI, fig. IX. (Stimmt allerdings wenig zu den Angaben der späteren Beobachter!) — 3) Cuvier, *Vorles.* üb. vergl. Anat. 1809. — 4) R. Owen, *Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals*, 1843. — Vergl. auch Owen a. a. O. (*Pagurus*). — 5) Milne Edwards, illust. Ausgabe von Cuvier's *Regne animal, les Crustacés*, Pl. 2, fig. 6. — 6) Vergl. Audouin u. Milne Edwards, *Ann. d. c. nat.* T. XIV. od. des letztern *Hist. natur. d. Crustacés*, 1834, oder Cuvier's *Regne animal* Pl. 2, fig. 7, 8.

Ueber *Julus* vergl. ferner Treviranus¹⁾, hauptsächlich aber die herrlichen Arbeiten Newport's²⁾, die sich bis ins Einzelne über Form und Structur von *Julus terrestris* und *Spirostreptus* verbreiten. Die schon mehr abgeflachte Gattung *Polydesmus* vermittelt auch durch ihr Bauchmark einigermaßen den Uebergang zu den Scolopendren, insofern bei ihr die Knoten etwas schärfer sich absetzen. Hinsichtlich der vom Gehirn kommenden Mundmagennerven s. Newport. Bei *Julus* bilden die Knoten des paarigen Systems merkwürdig dicke und lange Anschwellungen. Ueber *Spirobolus (Julus) Olfersii* s. Brandt (a. a. O.).

In mehrfacher Beziehung finde ich die Angaben bezüglich der Gattung *Glomeris* zu berichtigen. Zunächst ist es, worauf ich schon oben hindeutete, ganz irrig, wenn auf Grund der Mittheilungen Brandt's³⁾ vorgetragen wird, das Nervensystem der Glomeriden nähere sich in seiner Organisation dem der Asseln. Nach Untersuchungen, die ich an frischen Exemplaren von *Glomeris limbata* Latr. angestellt habe⁴⁾, ist das nicht im mindesten der Fall, sondern das Bauchmark dieses Thieres hat den Typus des so eigenthümlich geformten Nervensystems von *Julus* (S. 180). Man unterscheidet die beiden äusserst dicht beisammen liegenden Längsstränge, sowie den continuirlichen Beleg mit Ganglienkugeln, durch deren vermehrte Anhäufung an den Wurzelstellen der Seitennerven schwache Ganglien entstehen. Das Gehirn besteht aus zwei fast kugligen, nicht »fast viereckigen« und ziemlich weit auseinander gerückten Seitenhälften, so dass sie mehr zur Seite des Schlundes als über ihm liegen, die sie verbindende Quervermissur demnach stark hervortritt. Gleich unterhalb des Schlundes, gewissermaßen gegenüber der obren Commissur, erkennt man eine zweite Quervermissur, der ich bereits oben (S. 188) gedacht und mit dem Querschnitt innerhalb des Halsbandes höherer Krebse verglichen habe. Dieselbe ist auch von Brandt gesehen und gezeichnet worden, aber da er ihre Lage nach oben vom Schlund verlegt, so spricht er von einem »in der Mitte durchbrochenen Hirn.« Die vom Gehirn sich nach hinten wendenden Längscommissuren erzeugen eine verhältnissmässig weite Schlinge. Histologisches über das Gehirn s. oben S. 231; eigenthümliche den Ohrblasen ähnliche Bildungen S. 222; über Tracheen des Bauchmarkes S. 244; Blutsinus unter dem Bauchmark S. 213.

Das Nervensystem der zweiten Hauptabtheilung oder der stets platt gedrückten Chilopoden (*Scolopendridae*) stimmt am meisten mit dem vieler Insectenlarven überein. Ueber die Grösse der Lappen für die Nerven der Antennen s. ob. S. 183. Bauchganglien (S. 191) scharf abgesetzt und ziemlich weit auseinander. Verzweigung der Tracheen in ihnen so, dass ganz wie bei Insecten die feinste Endverbreitung in den Kern des Ganglions zu liegen kommt. (Pigmente S. 218.) Auch hier sind die Längscommissuren immer doppelt (S. 192) und wenn Andere sich speziell z. B. auf *Geophilus* beziehen, bei welchem die Längscommissuren zu einem einfachen Strange verschmolzen sein sollen, so sehe ich an *Geophilus electricus* mit Bestimmtheit das Gedoppeltbleiben der Stränge, nur allerdings sind sie um vieles näher beisammen, als z. B. bei *Lithobius forficatus*. Einen medianen (oder sympathischen Nerven) finde ich nicht; an der Stelle, wo er von Newport hingezeichnet wird, mitten auf der Dorsalfäche des Bauchmarks, erblicke ich bei *Scolopendra morsitans* und *Geophilus electricus* das Bauchgefäss (S. 243). Von Newport wird das vierte Paar der von den Ganglien kommenden Seitennerven wegen seiner Verbreitung als Analogon der Nervi respiratorii der Insecten betrachtet.

Für diese Gruppe der Myriapoden bezüglich der Einzelheiten sei ebenfalls auf die ganz vorzüglichen Darstellungen Newport's⁵⁾ hingewiesen. Vorgänger waren Treviranus a. a. O. für *Lithobius* und *Geophilus*, Kutorga⁶⁾ für *Scolopendra morsitans*; eine schöne Abbildung auch bei Rymer Jones⁷⁾. Vielleicht die früheste Abbildung hat G ä d e⁸⁾ gegeben. Ueber die Mundmagennerven

1) Treviranus, verm. Schriften (1817). Bd. II, S. 39. — 2) Newport, *Phil. Trans.* 1845. — 3) Brandt, Mundmagennerven der Evertibraten 1835, Taf. III, fg. 8, 9 u. im Arch. für Anat. u. Phys. 1837. — 4) Leydig, Tafeln z. vergleichend. Anat. 1864, Taf. VII, fg. 3, f. — 5) Newport a. a. O. u. früher in *Phil. Trans.* 1834, mit Abbildungen von *Scolopendra morsitans*. — 6) Kutorga, *Scolopendrar morsitantis anatome*, 1834. — 7) Rymer Jones, *Art. Myriapoda in Cyclop. of anatomy and physiol.* 1847, fg. 313. — 8) G ä d e in (Wiedemann's) *zoöl. Magazin*, Bd. I.

von *Scolopendra morsitans* vergl. noch Brandt. Dort auch die älteren Angaben von Ranzani und Alessandrini.

C. Arachniden.

In dieser Klasse treffen wir wieder sowohl auf Formen eines gegliederten als auch eines sehr centralisirten Bauchmarkes, andererseits kommt aber auch ein höchst reduziertes (S. 181) Nervensystem vor. Hirncommissuren meist sehr kurz (S. 187).

1. Tardigraden.

Das Nervensystem wurde bis jetzt einzig und allein von Doyère¹⁾ und zwar in einer vorzüglichen Monographie dieser Thiere beschrieben. Es nähert sich im Typus dem der Isopoden unter den Krebsen. Vier Ganglienpaare für die vier Leibessegmente; die Längscommissuren weit auseinander stehend und je mit einer feinen Quercommissur (s. ob. S. 189) ausser der Verbindung durch die Ganglien. Der centrale Fleck in den letzteren, über den D. nicht ganz im Klaren ist, darf wohl als der Raum zwischen den zwei Quercommissuren, die sich ähnlich wie bei vielen Arthropoden innerhalb der zusammengeschmolzenen Ganglien noch erhalten haben, angesehen werden. Aus dem ersten Ganglion vier starke Nerven nach vorn zu den Augen und Palpen; die aus den andern Ganglien kommenden Nerven viel zarter und zu den Muskeln tretend. Sehr auffallend, vorausgesetzt dass Doyère auch hierin richtig sah, ist es, dass kein Gehirn oder Nackenband vorhanden wäre. Vergl. hierzu oben S. 182.

2. Pycnogoniden.

Bei *Ammonothea pycnogonoides* und *Phoxichitus spinosus* besteht nach Quatrefages²⁾ das Bauchmark aus vier Ganglien, so dicht zusammengeschoben, dass sie sich innig berühren und ohne Commissuren sind. Jederseits ein Nervenstamm zu den Fusspaaren. Gehirn unterhalb des Augenhügels, durch Commissuren mit dem ersten Bauchganglion verbunden. Verschieden davon sind, wie Zenker³⁾ mittheilt, die Gattungen *Nymphon gracile* und *Pycnogonum littorale*. Bauchganglien aus zwei symmetrischen Lappen zusammengesetzt; bei *Nymphon* das letzte noch mit einem dritten dazwischen. Zwischen den Bauchganglien paarige Längscommissuren; bei *Pycnogonum* entsprechend der Körpergestalt kürzer, als bei *Nymphon*. Gehirn der letztern Gattung hat drei Abtheilungen: einen obern Lappen für die Augen, einen vorderen Lappen für die Nerven der Scheerenfühler und Taster, einen hinteren für die Nerven der accessorischen Füsse. Aus dem vorderen vielleicht noch ein medianer Nerv zum Rüssel. Das Gehirn von *Pycnogonum* weniger ausgebildet.

3. Acarinen.

Die Milbenarten sind zum Theil auf ihre innere Organisation weit schwieriger zu untersuchen, als gar manche andere Arthropoden, die eben so klein oder noch kleiner sind. Daher kennt man bis jetzt von einigen nur höchstens ein Nervencentrum. Am *Acarus folliculorum* habe ich⁴⁾ weder vom Nerven- (noch vom Muskel-)system eine Spur wahrnehmen können (s. bereits S. 126); hingegen bei *Sarcoptes cati* ein Nervenganglion oder Gehirn mit Sicherheit erkannt⁵⁾. Dasselbe rundlich von Gestalt, am Hinterrande etwas eingeschnitten, hell und von kleinzelliger Structur, liegt in gleicher Linie mit dem Schlund, ob unter oder

1) Doyère, *Mém. sur les Tardigrades*, Ann. d. sc. nat. T. 14, 1840. — 2) Quatrefages, *Mém. sur l'organisation des Pycnogonides*, Ann. d. sc. natur. 1845. — 3) Zenker, Unters. üb. d. Pycnogoniden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1852. — 4) Leydig, Ueb. Haarsack- u. Krätzmilben, Arch. f. Naturgesch. 1859. Landois (üb. den Haarbalsparasiten des Menschen, 1863) will die „obern Schlundganglien“ erkannt haben. Da er aber dieselben als „zwei das Licht stark brechende Punkte“ bezeichnet, so hat er wohl etwas anderes, wahrscheinlich Chitinbildungen, für Nervencentren gehalten, wie er auch in ähnlicher Weise zwei Verdickungen der Cuticula am Kopf irrthümlich für Augen ausgelegt. Richtiger vielleicht ist das, was genannter Autor über einen „Hauptnervenstrang“ mittheilt, der aus „zwei sehr sarten Fädchen“ bestehen soll und an der Brustfläche herabsiehe. — 5) a. a. O. Auch Dujardin vermochte an grösseren Milbenarten nur einen einzigen Nervenknotten zu entdecken. Leydig, Bau des thierischen Körpers.

über demselben, war nicht zu bestimmen. Wahrscheinlich aber verhält es sich damit, wie bei der Käsemilbe (*Tyroglyphus siro*) und einem neuen Milbengeschlecht, *Listrophorus Leuckarti*, an welchen beiden jüngst Pagenstecher¹⁾ ein Gehirn an gleicher Stelle nicht nur aufgefunden, sondern auch gezeigt hat, dass der Schlund das Gehirn durchsetzt, also ein Theil über, ein anderer Theil unter ihm liegt (s. ob. S. 182). Vom Gehirn abgehende Nerven habe ich nicht erblicken können.

Das Nervensystem der grösseren Milben, die einer eigentlichen Zergliederung unterworfen werden können, ist schon früher durch Treviranus²⁾ an *Trombidium* und *Acarus* (*Amblyomma*) *americanus*, später von Gené³⁾ an *Ixodes* in neuester Zeit und am genauesten von Pagenstecher⁴⁾ an *Trombidium Ixodes*, *Argas* beschrieben worden. Von der letzteren Gattung hat es auch Heller⁵⁾ dargestellt.

Bei allen eine sehr concentrirte oder verkürzte (S. 193) Form des Nervensystems. Rundlich ovale Ganglienmasse vorn in der Rumpfhöhle, von der Speiseröhre so durchbohrt, dass sie in eine obere schwächere und untere stärkere Abtheilung zerfällt. Die Seitencommissuren verschwindend kurz. Bei *Trombidium* das Centralganglion blassröthlich; bei *Ixodes* farblos, massiger und gewölbter bei der ersteren Gattung; kleiner weil weniger hoch bei letzterer. Bei *Argas* Form des Ganglienknötens dreieckig, fast herzförmig. Bei *Trombidium* verlassen jederseits zwölf Nerven in drei Gruppen das Gehirn und treten zum Munde, Mandibeln, Auge, Speicheldrüsen, Taster (dieser Nerv besonders dick und von etwas dunklem Aussehen), zu den Fusspaaren, zu den Eingeweiden. Bei *Trombidium* an dem Darm und Geschlechtsorganen periphere Ganglien, aus denen wieder zahlreiche Nerven kommen. *Ixodes ricinus* mit elf Nervenpaaren jederseits, ebenso viel bei *Argas reflexus*. Die Arbeiten der zwei letztgenannten Autoren enthalten auch Angaben über das Neurilemm, Nervenfasern, Ganglienkugeln, Tracheen des Gehirns. Bei *Argas reflexus* unter dem Gehirn ein ausserordentlich reiches Polster von Tracheen.

Die bis in die neueste Zeit für Eingeweidewürmer gehaltenen Pentastomen (*Linguatulina*) haben ein Nervensystem, das mit dem Typus der vorausgegangenen Milben insofern harmonirt, als auch hier ein sehr verkürztes Bauchmark oder dicker Brustknoten vorhanden ist, aber entgegen den übrigen Milben und entsprechend dem wurmförmigen Körper erscheinen noch zwei starke sog. Seitennerven gewissermassen als Fortsetzungen des Bauchmarkes. Hinsichtlich der reichen Literatur verweise ich auf die treffliche Monographie Leuckart's⁶⁾, wo die Angaben von Cuvier⁷⁾, Miram⁸⁾, Diesing⁹⁾, Blanchard¹⁰⁾, von Beneden¹¹⁾, Owen¹²⁾, Harley¹³⁾ berücksichtigt werden. — Centrale rundliche etwas zweilappige Ganglienmasse in der Mittellinie des Vorderkörpers; brückenartiges Nackenband über dem Schlund. Bei jungen Thieren Andeutungen

Ann. d. sc. nat. 3. Ser. III. 1845. — Gudden scheint in seiner sonst sehr sorgfältigen Arbeit über die Käse- u. Krätzmilbe das Gehirnganglion nicht wahrgenommen zu haben. Würzburger mediz. Zeitschrift 1861. Auch in der „zweiten vermehrten Auflage“ dieser Abhandlung erklärt er, dass es ihm nicht ein einziges Mal gelungen sei, sich Ganglien und Nerven zur Anschauung zu bringen. — Die in dem Werk über die „Krätzmilben der Menschen“ von Fürstenberg 1861 gegebene Darstellung des Nervensystems ist ein Phantasiegebilde. — 1) Pagenstecher, *Listrophorus Leuckarti*; Elniges zur Anatomie von *Tyroglyphus siro*, Ztsch. f. wiss. Zoologie, Bd. XI. — 2) Treviranus, vermisch. Schrift. 1816. Bd. I. (Die milbenartigen Insecten.) Ueb. d. Bau der Nigma (*Acarus americanus*), Ztschr. f. Physiologie, 1832. — Vergl. auch Dujardin in d. Ann. d. sc. nat. T. 3, 1845. — 3) Gené, *Memoria per servire allo storia naturale degli Ixodi*. (Mem. della R. Accademia delle scienze di Torino, Ser. II. Tom. IX, 1848. (Separatabdr. S. 36.) — 4) Pagenstecher, Beiträge z. Anat. d. Milben, Heft I, *Trombidium holosericeum*, Tr. tinctorium. 1860; Heft II, *Ixodes ricinus*. 1861; zur Anatomie von *Argas reflexus*, Ztschr. f. wiss. Zool. 1861. — 5) Heller, z. Anatomie von *Argas persicus*, Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien 1858. — 6) Leuckart, Bau u. Entwicklungsgesch. der Pentastomen, 1860. Indem in diesem Werke die bisher nicht im Näheren bekannt gewordenen Untersuchungen des 1832 verstorbenen Mehlis veröffentlicht werden, so entsteht man daraus, dass bereits dieser Forscher das Nervensystem im Wesentlichen richtig erkannt hat. — 7) Cuvier, *Règne animal* 1817. „C'est le ver intestinal ou l'on voit le mieux le noeu d cérébral et les deux filets nerveux.“ — 8) Miram, *Nov. act. Leop. Carol.* Tom. 17, 1835. — 9) Diesing, Ann. Wiener Mus. Bd. 1, 1835. — 10) Blanchard, *Compt. rend. Acad. Sc. Paris*. Tom. 30, 1850. — 11) Van Beneden, *Ann. d. sc. nat.* 3. Ser. Tom. 9, 1848. — *Nouv. Mém. d. l'Acad. de Belg.* T. 23, 1849. — 12) Owen, *Transact. Zool. Soc.* Lond. 1855. (Isis 1857.) — 13) Harley, *Proc. Zool. Soc.* London XXV. 1857.

der Entstehung des Bauchmarks durch eine gewisse strickleiterähnliche Zeichnung im Inneren. Von den zahlreichen Nervenstämmen bleiben alle mit Ausnahme der mächtigen Seitennerven auf das vordere Körperende beschränkt. Das Nackenband ohne abgehende Nerven. (Nach einigen Autoren würde ein unpaarer Pharyngealnerv daraus entspringen.) Aus dem Vorderrand des Ganglions kommen als erster Nerv ein Faden zur Rückenfläche des Pharynx und Oesophagus; weitmaschige Nervenplexus. (>Sympathischer Nerv.) Zweiter Nerv zu den Antennen, der einzige spezifische Sinnesnerv. Hierauf zwei Nerven zu den Muskeln des Cephalothorax und des Hackenapparates. (Extremitätennerven.) Jetzt Gruppe von vier Nervenstämmen; sind Muskelnerven der auf den Cephalothorax folgenden Segmente. Nerven zum Geschlechtsapparat (Samentaschen). Die hintersten und stärksten sind die bandartig platten Seitennerven; sie gehen bis an das hintere Körperende, jeden Körperring (vom sechzehnten an) mit einem Ast versorgend.

4. Araneen.

Hier das Nervensystem von höchster Concentration, ähnlich dem der Krabben, doch verschieden durch die Kürze der Hirncommissuren (S. 193).

Vergl. als früheste Arbeit die von Meckel¹⁾, dann die Schrift von Treviranus²⁾, der bei der Schwierigkeit des Gegenstandes eine für die damalige Zeit schon sehr gelungene Beschreibung und Abbildung gab; besser, weil auch um zwanzig Jahre später die Zergliederung der Kreuzspinne durch Brandt³⁾; noch höher steht Dugès⁴⁾, der nicht nur richtige, sondern auch sehr geschmackvolle Figuren veröffentlichte. Eine sehr vollständige Darstellung des Nervensystems der *Mygale Blondii*, künstlerisch gehalten, bei Blanchard⁵⁾. Einige Bemerkungen gab Grube⁶⁾, sowie ich⁷⁾ selber über das histologische mehreres berichtete.

Gehirn klein, zweigeteilt, sehr weit nach hinten im Cephalothorax liegend, in der Breite des zweiten Fusspaares. Aus ihm die Nerven für die Augen und Mandibeln. Vom Hinterrand jederseits ein feines Fädchen, das durch Vereinigung mit dem der andern Seite einen gemeinsamen Faden zum Nahrungskanal schickt (sympathischer Nerv). Bei *Mygale* anstatt der beiden Fäden ein plattes, zartes Nervengeflecht, aus dem zahlreiche Fäden zum Magen gehen. (Sieh. auch S. 200.) Das Gehirn verbindet sich durch sehr kurze, dicke Commissuren mit dem das Bauchmark vorstellenden grossen, häufig sternförmigen im Cephalothorax gelegenen Ganglion, das als aus sechs zusammengeschmolzenen Ganglienpaaren entstanden zu betrachten ist. Das erste Nervenpaar versorgt die Maxillen, das zweite, dritte, vierte und fünfte die Extremitäten. Das sechste, aus dem Hinterrand kommend, giebt zwei Stränge in's Abdomen, wo sie entweder ohne einen eigentlichen Knoten zu bilden an die Eingeweide treten (*Epeira*), oder noch im Abdomen vorher ein kleines Ganglion erzeugen (*Mygale*).

Ueber die Afterspinne (*Phalangium*) vergl. Treviranus⁸⁾, der zuerst das Nervensystem dieses Thieres kennen lehrte, ferner die mehr als zwanzig Jahre später erschienene Abhandlung von Tulk⁹⁾, endlich meinen Aufsatz und bildliche Darstellung¹⁰⁾. Obere Gehirnportion eine paarige, nahezu stumpf konische Ganglienmasse; aus ihr die Augennerven. Oeffnung für den Durchgang des Schlundes sehr eng. Thoracalknoten von ansehnlicher Grösse und rundlichem Umriss. Aus ihm die Nerven für die Beine und vorne für die Mundtheile, vom hinteren Rande die Eingeweidennerven. Unterhalb des Thoracalknotens eine Hförmige Chitinplatte (s. ob. S. 209), an welche sich strahlh zahlreiche Muskeln anheften. An den Eingeweidennerven birnförmige, schon mit freiem Auge erkennbare Ganglien (S. 200).

1) J. F. Meckel in der Uebersetzung von Cuvier's Vorlesungen üb. vergl. Anat. 1809, S. 308 Anmerkung. — 2) Treviranus, üb. d. innern Bau der Arachniden, 1812. Zeitschr. f. Physiol. 1831. — 3) Brandt, Mediz. Zoologie, 1833; Mundmagennerven der Evertebraten, 1835. — 4) Dugès, Ann. d. sc. nat. 1836; die Figuren in *Nouve. édition du Règne animal de Cuvier, Arachnides*. Vergl. auch Owen *Comparative Anatomy*. — 5) Blanchard, *Organisation du règne animal. Arachnides*, Livr. 11^e, Pl. 13, 13 bis. — 6) Grube, Archiv f. Anat. u. Phys. 1842. — 7) Leydig, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855. (Zum feineren Bau der Arthropoden, S. 398.) Vergl. auch Hannover, *Rech. microsc.* 1844 etc. u. Helmholz a. a. O. — 8) Treviranus, Vermischte Schriften anat. u. physiol. Inhalts Bd. I, 1816. — 9) Tulk, *Ann. of natur. History*, 1843. — 10) Leydig, üb. das Nervensystem der Afterspinne (*Phalangium*.) Archiv f. Anat. u. Phys. 1863; Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VIII, fig. 2.

5. Phryniden.

Ueber die Spinnenscorpione vergl. eine von Blanchard¹⁾ gelieferte Figur des *Thelyphonus caudatus* von elegantester Ausführung. Wir werden durch sie belehrt, dass hier Gehirn und Brustganglion nach ihrer Grösse keineswegs in so starkem Gegensatz stehen, wie bei den übrigen Arachniden. Das Gehirn ist vielmehr kaum kleiner, als die Thoracalganglienmasse. Sonst der Typus im Ursprung und Vertheilung der Nervenstämme der gleiche wie bei den Spinnen und Afterspinnen (*Phalangidae*). Die Augennerven auch hier wegen der weit nach hinten gerückten Lage des Gehirns sehr lang. An den Bauchnerven im hinteren Theil des Abdomens ein medianes Ganglion.

Hinsichtlich der Solpugen vergl. Blanchard²⁾ über *Galeodes*.

6. Scorpione.

Nachdem Meckel³⁾, Treviranus⁴⁾, Joh. Müller⁵⁾ das Nervensystem der Scorpione untersucht hatten, wobei es einige Zeit dauerte, bis man sich über das Verhältniss des Hirnknotens zum Schlund (S. 182) geeinigt hatte, erschien die bewundernswürdige Darstellung von Newport⁶⁾, welche unterdessen in die verschiedensten Schriften aufgenommen wurde. Sie giebt das Ganze des Nervensystems bis in die feineren Zertheilungen, eingezeichnet in die Umrisse des Thieres. Das jüngst von Blanchard⁷⁾ veröffentlichte Bild rivalisirt mit der Newport'schen Darstellung, unterscheidet sich aber darin, dass sie ohne schematischen Charakter ist. Auch Dufour⁸⁾ hat Beiträge geliefert, die, wie sich von einem Mann von solcher Erfahrung erwarten lässt, ebenfalls des Neuen und Wichtigen Manches enthalten.

Das Nervensystem der Scorpione nähert sich einerseits durch ein massiges Bauchmark im Vorderkörper dem der Araneen und andererseits demjenigen der langschwänzigen Krebse durch eine gegliederte, die hintere Körperpartie durchziehende Ganglienreihe.

Gehirn klein, zweilappig. Aus ihm die Nerven für die grösseren und kleineren Augen, sowie zu den Kieferfühlern. Commissuren kurz und dick. Das erste Ganglion des Bauchmarks eine ovale grosse Markmasse (Thoracalganglion); in jungen Thieren mit einer mittleren Längslinie (Spalte?). Aus ihr die Nerven zu den Mundtheilen und zu den Beinpaaren. Auf diese grosse Anschwellung folgen im Abdomen drei (nach Dufour vier) kleinere Ganglien, durch lange dicht zusammenliegende Doppelcommissuren verbunden. Im Schwanztheil des Abdomens nur vier Ganglien, obschon derselbe sechs Glieder hat. Das Bauchmark der Scorpione bestünde daher, entgegen der allgemeinen Annahme, nicht aus sieben (abgesehen von der grossen Thoracalmasse) Knoten, sondern aus acht. Als Eingeweidenervensystem ein kleines Ganglion am Anfang des Schlundes durch Fäden mit dem Hirnganglion verbunden; giebt Nerven zum Verdauungskanal.

Ich bin bisher bloss dazu gekommen, die zwei letzten Schwanzganglien eines *Buthus* mikroskopisch anzusehen. Die Duplizität der Längscommissuren ist deutlich; zwischen ihnen verläuft ein Blutgefäss. Vom letzten Ganglion weg werden die beiden Längscommissuren zu peripherischen Nerven. An jedem Knoten war sehr bestimmt zu sehen (Deckglas zu vermeiden!), dass die beiden Seitennerven nicht in Einer Höhe aus den Ganglien kommen, sondern eigentlich ein oberer und ein unterer sind. (Vergl. S. 195.) Neurilemm der Commissuren

1) Blanchard, *L'organisation du règne animal. Arachnides* 1851. Vergl. auch van der Hoeven, *Het zenuwstelsel van Thelyphonus*, Tijdschr. voer natuurl. Geschied. 1843. — 2) Blanchard, *Compt. rendus*. Tom. XXI, 1845; und *Ann. d. sc. natur.* 1847; *L'organisation du règne animal. Arachnides*, Livr. 13, e, Pl. 27. — 3) J. J. Meckel in d. Uebers. von Cuvier's Vorles. üb. vergl. Anat. 1809, S. 307 Anmerk; und Beitr. z. vergleichend. Anatom. 1809, Bruchstücke aus der Insecten-anatomie. (Tunesischer u. europäischer Scorpion.) — 4) Treviranus, innr. Bau d. Arachniden 1812; und Ztsch. f. Phys. Bd. 4. 1831. (*Scorpio europaeus*.) — 5) Joh. Müller, Beitr. z. Anat. des Scorpions, im Archiv f. Anat. u. Phys. 1828 (grosse Arten aus Afrika u. Java). — 6) Newport, *Phil. Transact.* 1845 (*Buthus*, *Androctonus*). — 7) *L'organisation du règne animal. Arachnides* 1852. Pl. 3 (*Scorpio occitanus*). — 8) Dufour, *Ann. d. sc. nat.* 3. Ser. T. XV, 1851. (*Scorpio occitanus*.)

sehr dick und derb. Nervenprimitivfasern von scharfem, selbständigem Habitus. Im Innern der Ganglien Anhäufung centraler Punktsubstanz.

D. Insecten.

Anordnung des Nervensystems, entsprechend der beträchtlichen Verschiedenheit in der Gestaltung der Insecten von sehr grosser Mannichfaltigkeit; es finden sich alle Uebergangsformen von einer langgestreckten Ganglienkette bis zu einem einzigen Bauchmarksknoten. Im Kopfsegment liegt das Gehirn, obere und untere Portion; im Thorax häufig, aber keineswegs immer, drei Knoten; Zahl der Abdominalknoten verschieden. Letzter Bauchknoten gewöhnlich verdickt (S. 194).

Da die Bezeichnung »Gehirn« von den einen Autoren nur für die über dem Schlund liegende Partie angewendet, von andern aber auch die unter dem Schlund ruhende Portion dazu gerechnet wird, so erklären sich zum Theil daraus die abweichenden Angaben über die Gesamtzahl der Ganglien. (Vergl. ob. S. 185.)

1. Hemipteren.

In dieser Ordnung das Bauchmark vielleicht durchweg von concentrischem Charakter. Längscommissuren, wenn vorhanden sind, doppelt.

Das zweilappige Gehirn und das aus drei dicht sich folgenden Ganglien bestehende Bauchmark der menschlichen Kopflaus (*Pediculus capitis* L.) mit den Nerven hat bereits Swammerdam¹⁾ kennen gelehrt.

Ueber *Coccus* vergl. meine²⁾ Mittheilungen. Das Bauchmark scheint eine einzige, traubig-gelappte grössere Masse zu sein, von der mehrere starke Nervenstämme nach hinten ausstrahlen. Gehirn ein Querband über dem Schlund, mit mittlerer seichter Vertiefung, nach beiden Seiten ein wenig angeschwollen. Jeder Lappen des Bauchmarks mit sehr grossem, wasserklarem Kern im Innern, um den sich eine Zone von feinpulveriger blasser Substanz zieht. Die Moleculle derselben ordnen sich nach aussen so zueinander, dass von der Zone weg ein feinstreifiger Zug abgeht, der als Bündel von Nervenfasern angesprochen werden kann.

Bei *Pentatoma* besteht das Bauchmark aus einem vordern kleineren und hintern grösseren Brustganglion. Das Gehirn würde, wenigstens nach Dufour³⁾ bei *Pentatoma grisea*, die seltene Erscheinung bieten, dass die beiden Hirnlappen zu einem einzigen rundlichen Knoten verschmolzen wären. Allein die Abbildung des Nervensystems derselben Spezies durch Blanchard⁴⁾ zeigt die gewöhnliche aus zwei Hemisphären bestehende Hirnform. (Vergl. auch ob. S. 182.) Auch möchte überhaupt die Figur, welche wir dem letztgenannten Forscher verdanken, noch in andern Stücken, wie in Zahl und Richtung der abgehenden Nerven um vieles naturgetreuer sein, als die allerdings einer viel früheren Zeit angehörende Zeichnung Dufour's.

Das Gehirn der *Tettigonia* wird wahrscheinlich bei erneuter Untersuchung ebenfalls eine andere Form darbieten, als Treviranus⁵⁾ gezeichnet hat; hierin scheint die Dufour'sche Figur richtiger zu sein.

Was ich über den paarigen Charakter im Bau des grossen Brustknotens von *Nepa cinerea*, den man übrigens ganz frisch und bevor er sich trübt, untersuchen muss, beobachtete, sieh. S. 191. In diesem Ganglion kommen ferner bestimmt gelagerte Gruppen so scharfrandiger Ganglienkugeln vor, dass sie unter die schon im Leben mit Membran versehenen zu stellen wären. Vergl. oben S. 84.

1) Swammerdam, Bibel d. Natur, Uebersetzg. 1752. Fast um dieselbe Zeit mit Swammerdam (1637–1685) veröffentlichte in den *Ephem. Acad. nat. Curiosorum*. Muralt (1645–1733), zahlreiche Anatomien über Insecten (auch eine *Anatomia pediculi*), in denen hin und wieder auch vom Gehirn und Nerven die Rede ist. Die Arbeiten sind aber in meinen Augen so unbedeutend, dass ich weiter keinen Bezug darauf nehme. — 2) Leydig, z. Anat. v. *Coccus hesperidum*, Zisch. f. wiss. Zool. V. Bd., 1853. Vergl. auch Lubbock, on the digestive and nervous system of *Coccus hesp.*, Ann. of natur. hist. 3. Ser. Vol. 3, 1859. — 3) Dufour, Rech. anatom. et physiol. sur les Hémiptères, Mém. présent. par divers savants à l'Acad. roy. d. sc. d. l'Institut de France. (Ausser von *Pentatoma grisea* ist das Nervensystem noch von *Nepa cinerea* und *Cicada orni* dargestellt.) — Ueber *Leptopus* s. desselben Forschers Rech. anatomiques etc. in Ann. d. sc. natur. 4. Ser. T. X. 1858. Ueber *Nepa* s. auch Cuvier, Voyages. Üb. vergl. Anatomie, 1809. — 4) Blanchard, in Cuvier's *Régne animal. Edition accompagnée de planches gravées. Les Insectes*. — 5) Treviranus, Beiträge z. Anatomie u.

2. Orthopteren.

Nervensystem im Allgemeinen von geringer Concentration, langgestreckt; in der Brust für die drei Abschnitte des Pro-, Meso- und Metathorax drei grössere Ganglien; im Bauch fünf, sechs oder sieben kleinere. Längscommissuren immer doppelt. — Geschlängelter Verlauf des Bauchmarks S. 190. — Breite Nervenfasern S. 224.

Lepisma saccharinum hat nach Treviranus¹⁾ ausser dem Gehirn elf Knoten. Die drei vordersten und der hinterste fast eben so gross wie das Gehirn. Ueber *Smynthurus* vergl. Nicolet²⁾.

Von den grösseren Orthopteren hat bereits Cuvier³⁾ die Gattungen und Arten *Blatta americana*, *Locusta viridissima* und *Acheta gryllotalpa* untersucht. Von *Locusta* wird auch berichtet, dass der erste Knoten des Bauchmarks durch eine Brücke (sieh. ob. S. 208) bedeckt und geschützt sei, die aus einer Art von hörnerner Substanz bestehe; zwischen den Commissuren zum dritten Knoten gehen starke Anhänge der Hüften hindurch. Auch mehrere der weiter unten genannten Forscher gedenken von andern Orthopteren nebenbei dieser Beziehungen von Skeletstücken zum Bauchmark. Doch hat das ganze innere Skelet einer Heuschrecke, *Decticus verrucivorus*, Dittmarsch⁴⁾ mit Rücksicht auf das Nervensystem am eingehendsten beschrieben und abgebildet.

Das Nervensystem von *Locusta viridissima* haben ferner abgebildet Newport⁵⁾ und Blanchard⁶⁾; der erstere Ganglien und Nerven rein für sich, der letztere Gehirn und Bauchmark in dem von oben geöffneten Thier mit den übrigen Eingeweiden. Ausserdem noch gesondert Gehirn und erstes Bauchganglion sammt den sympathischen Kopfganglien und deren Nerven, im Umriss des Kopfes und der Mundtheile. Obschon die Blanchard'schen Figuren durch grössere Naturtreue und hohe künstlerische Vollendung unsere Bewunderung erregen, so ist doch darauf der eigentliche Sympathicus, die Nervi transversi Newport's, übersehen worden.

Ich⁷⁾ habe diese Nerven näher untersucht und darüber bereits oben zum Theil berichtet (S. 208). In der Art, wie der zwischen den beiden Längscommissuren des Bauchmarkes herablaufende Nerv an seiner jedesmaligen Ursprungsstelle und dann auch während seines Verlaufes oberhalb der Ganglien sich verhält, weichen meine an noch ungefügten Thieren angestellten Beobachtungen von Newport wesentlich ab. Der letztere lässt den Nerven (vergl. d. Figur 39 a. a. O.) mit zwei Wurzeln entspringen, so dass genau symmetrisch je eine der Längscommissuren einen Faden abgibt; die beiden Fäden, die durch noch feinere Würzelchen ein wie gefiedertes Aussehen haben, vereinigen sich zu dem medianen Nerven. Ich finde das nicht, sondern sehe und zwar mit aller Deutlichkeit, wie der mediane Nerv, der immer der Rückenseite (vergl. S. 206) des Bauchstranges angehört, nur mit Einer Wurzel entspringt. Bald etwas näher, bald etwas entfernter hinter dem Ganglion entsteht der mediane Nerv unmittelbar aus einer der beiden Commissuren und was ebenfalls beachtenswerth erscheint, bald ist es die rechte, bald ist es die linke Commissur, aus der er hervortritt. Er verläuft jetzt zwischen den beiden Commissuren und gelangt zum nächsten Ganglion. Ueber dasselbe geht er nun nicht einfach hinweg, um jenseits desselben, nicht ferne wo der neue Mediannerv entsteht, sich zu gabeln, sondern ich erkenne mit Bestimmtheit, dass er während seines Verlaufes auf der Rückenseite des Ganglions mit diesem sich durch einen kurzen Nerven verbindet. Nach der Gabelung zeigt jeder Ast eine spindelförmige Anschwellung und weiter nach aussen geht er in den vom Ganglion kommenden Seitennerven über, d. h. er mischt seine eigenthümlich blassen Fasern den cerebrospinalen bei, um mit diesen peripherisch zu verlaufen. Am letzten Ganglion bemerke ich anstatt der beiden spindelförmigen

Physiol. der Sinneswerkzeuge, 1828. — Vergl. auch Meckel, Beiträge z. vergl. Anat. 1809, Bd. I. Anatomie der Cigale (*Tettigonia plebeja*). — 1) Treviranus, vermischte Schriften Bd. II, 1817. — 2) Nicolet, Neue Denkschrift d. allg. schweizerischen Gesellschaft etc. 1841. — 3) Cuvier, Vorles. üb. vergl. A. 1809. — 4) Dittmarsch, üb. Wirbelbildung im Weibchen von *Gryllus verrucivorus* L., Isis 1821, Taf. 6. — 5) Newport, Phil. Trans. 1834, Taf. XVI, fig. 39, u. *Cyclopaedia of anatomy and phys.* Art. *Insecta* 1839. — 6) Blanchard in Cuvier's *Règn. animal.* Edition accompagnée de planches. Les Insectes Pl. 76, fig. 2, 3. — 7) Vergl. Tafeln z. vergleichend. Anat. Taf. VI, fig. 3.

Ganglien der Gabeläste ein mehr rundliches und grösseres Ganglion, in das der mediane, noch ungetheilte Nerv, unmittelbar nachdem er das letzte Bauchganglion hinter sich hat, anschwillt. Dieses Ganglion sieht man auch auf der Newport'schen Figur; die beiden Gabeläste des medianen Nerven gehen abermals nach aussen, bis sie auf die nach hinten gerichteten Seitennerven des Bauchmarks treffen und sich dann in diese einsenken. — Neurilemm der sympathischen Nerven mit zahlreichen rundlichen Kernen; die blasse fibrilläre Substanz weniger scharf zu Streifen gesondert, als in den Seitennerven des Bauchmarks. — Ueber die Wurzeln der Seitennerven sieh. S. 196. — Musculatur des Bauchmarks S. 210.

Ueber andere Orthopteren s. Marcel de Serres¹⁾, Dufour²⁾, Joh. Müller³⁾, Burmeister⁴⁾. Ein besonders häufig untersuchtes Insect ist die Maulwurfsgrille (*Gryllotalpa vulgaris*); ausser Cuvier und Dufour vergl. z. B. Kidd⁵⁾, Brandt⁶⁾. Die Mundmagennerven hier ganz besonders entwickelt. Das paarige System mit vordern und hintern Knötchen; das unpaarige ausser dem Stirnknoten hat noch Ganglien vor dem Muskelmagen. Zahl der Ganglien des Bauchmarks ausser dem Gehirn neun. Die Feldgrille (*Acheta campestris*) besitzt acht; ebenso viele *Mantis*. Von *Forficula gigantea* hat Dufour⁷⁾ und von *Forficula auricularia* Newport⁸⁾ das Nervensystem dargestellt. Form der Ganglien nach eigener Beobachtung s. ob. S. 191. Ich füge hinzu, dass man in den Bauchganglien zwei Quercommissuren, welche die beiden eingetretenen und durchsetzenden Längsstränge verbinden, deutlich sehen kann. Ferner gewahre ich einen zwar blassen, aber vollkommen klaren medianen oder sympathischen Nerven zwischen den Längssträngen. Das ganze Bauchmark ist, was die Untersuchung einigermaßen erschwert, stark vom Fettkörper umhüllt, und das äussere Neurilemm verhält sich schon wie echter Fettkörper. Ueber den Ort, wo eigentlich die Fetttropfen untergebracht sind, s. oben S. 217.

Bei *Acheta campestris* habe ich einen medianen Sympathicus nebst Seitenästen deutlich gesehen. Er entspringt vom hinteren Einschnitt je eines Abdominalganglions, giebt bald darauf rechts und links einen quer verlaufenden Nerven ab, läuft dann zwischen den beiden Längscommissuren eine Strecke herab und tritt etwas entfernt noch vom nächsten Ganglion in eine der beiden Commissuren ein. — Ausser andern oben eingestreuten Bemerkungen habe ich insbesondere der Musculatur des Bauchmarks S. 210 gedacht.

Manches Eigenthümliche sehe ich an dem stark gekrümmt verlaufenden Bauchmark der *Gryllotalpa vulgaris*. Ausser dem bereits oben erwähnten sehr entwickelten äusseren Neurilemm, das, von zelligem Bau, mit dem Fettkörper zusammenhängt, fällt mir auf, dass ein medianer sympathischer Nerv fehlt, hingegen seitliche sympathische Ganglien, wie ich sie oben (S. 204) von *Bombus* und *Cimex* beschrieben habe, sehr entwickelt sind. Es treten aus den Abdominalknoten jederseits zwei Stammnerven ab; dem vordern liegt ein längliches, doch einigemale eingeschnürtes Ganglion an, welches, sobald man mit dem Gegenstande vertraut geworden, schon dem freien Auge erkennbar ist. Es schickt mehre Wurzeln zu dem Abdominalknoten hin; sein anderes Ende verlängert sich

1) Marcel de Serres, *Mém. du Muséum* T. IV. 1818. (*Acrydium lineola*, *Mantis religiosa*.) — 2) Dufour, *Rech. sur les Orthopteres* etc. 1841. *Oedipoda coarulescens* (ausser dem Gehirn drei Thoracalganglien und fünf Bauchganglien), *Truxalis nasuta*, *Acheta campestris*, *Gryllotalpa vulgaris*, *Mantis*. — 3) Joh. Müller, *Nov. Act. Nat. Cur.* T. XIV, 1828. (*Acrydium*, *Bacteria*.) — 4) Burmeister, *Entomologie* I, (*Gryllus migratorius*). Ueber Faserverlauf vergl. die unrichtigen (s. oben S. 241) Angaben von Hagen, *Stettiner entomolog. Zeitg.* 1844. — 5) Kidd, *on the anatomy of the mole cricket*, *Phil. Trans.* 1825. (Mit etwas harten Abbildungen des Gehirns und der Bauchkette. Dieser Autor nennt, was ungewöhnlich ist, das letzte Abdominalganglion das erste Ganglion, und somit wird bei ihm die untere Portion des Schlundrings das neunte Ganglion. Die Mundmagennerven sind übersehen, sowie die übrigen symp. Ganglien. Die früheste Zergliederung der Maulwurfsgrille scheint die von Jacobaeus zu sein: *Anatome gryllotalpae*, *Bartholini Act. Hafniens.* Vol. 4. 1677. Ich kann zwar diese Arbeit nicht selber ansehen, glaube aber, dass unser Autor bereits das Bauchmark zum Theil bemerkt und abgebildet, aber für das Herz, die Ganglien für *tubercula seu noduli* desselben, und die Seitennerven für *Vasorum e tuberculis productiones* gehalten hat. Vergl. Valentini, *Amphitheatrum zootom.* Tab. 88, fig. 5. — 6) Brandt, *Magen-Mundnerven der Evertetraten*, 1835. Ausführliches nicht bloss über genannte Grille, sondern auch über *Bacteria ferula*, *Acridium migratorium* und *Blatta orientalis*. — 7) Dufour, *Ann. d. sc. nat.* Tom. XIII, 1828. — 8) Newport, *Cyclopaedia of anatomy and physiology.* Artikel *Insecta*, 1839.

in einen Nerven, der lange ganz gesondert fortgeht, dann sich an den spinalen vordern Seitennerven anlegt, um nach einer Strecke sich wieder von ihm abzulösen und abermals selbständig seinen Weg fortzusetzen. — Ueber Muskeln, welche sich ans Nervensystem anheften, S. 210.

3. Neuropteren.

Aus vorliegender Ordnung hat Dufour¹⁾ auf ein Insect, es ist *Nemoptera lusitanica*, aufmerksam gemacht, dem bei sonstiger Entwicklung der innern Organe ein Nervensystem fehlen soll. Diese Angabe wird wohl allen Entomotomen etwas fraglich und unhaltbar (sieh. bereits oben S. 126) erscheinen; aber es ist immerhin auffallend, dass sie von einem Manne herrührt, der wohl mehr Insecten als irgend ein Anderer und zwar mit grösstem Erfolg für die Wissenschaft zergliedert, und das Nervensystem nicht blos bei verwandten Netzflüglern, sondern auch viel kleineren Insecten²⁾ als *Nemoptera lusitanica* beschrieben hat. Jedenfalls sollten Entomologen, denen das frische Insect zur Hand ist, diesen Widerspruch aufklären.

Das Nervensystem der übrigen Neuropteren, insoweit es bekannt geworden, hat immer eine gestreckte Form; es besteht aus dem Gehirn, aus einer Anzahl grösserer Thoracalganglien (meist drei) und einer Anzahl (sechs bis neun) kleinerer Abdominalganglien. Längscommissuren immer doppelt.

Aus der Familie der Termiten hat Lespes³⁾ an dem in Südeuropa einheimisch gewordenen *Termes lucifugum* Gehirn, Bauchmark und die ausstrahlenden Nerven an den verschiedenen eine Colonie zusammensetzenden Individuen (Larven, Nymphen, Männchen, Weibchen) beschrieben. Gehirn zweilappig, untere Portion des Schlundrings sehr umfänglich, so dass es, was an der Abbildung mir auffällt, das Gehirn, namentlich beim Arbeiter, weniger beim Soldaten vorne überragt. Commissuren zwischen Gehirn und unterer Schlundportion kurz. Drei starke Ganglien für Vorder-, Mittel- und Hinterbrust; aus ihnen Fäden zu den Muskeln, zu den Beinen. Im Abdomen sechs kleinere Ganglien.

Ueber *Myrmeleon* vergl. Cuvier⁴⁾; die Larven mit zwei Ganglien in der Brust und acht dicht zusammengedrängten Hinterleibsganglien. Von *Ascalaphus macaronius (hungaricus)* hat Brauer⁵⁾ das Nervensystem beschrieben und abgebildet. Kopfganglion (Gehirn) gross; vor ihm ein dreieckiges Stirnganglion. Die zur untern Schlundringportion gehenden Commissuren kurz. Die Längscommissuren zwischen diesem und dem ersten Thoracalganglion rechts und links mit vier Nervenpaaren. Drei ziemlich grosse Thoraxganglien; acht Abdominalganglien, weit auseinander, nur das zweite, dritte und vierte näher verbunden. Ueber dieselbe Gattung, aber eine andere Art, sowie über *Osmylus* hat Dufour⁶⁾ spezielle Arbeiten veröffentlicht, welche als Nachtrag zu seinen Untersuchungen

1) Dufour, *sur l'absence dans le Nemoptera lusitanica d'un système nerveux appréciable*. Ann. d. sc. natur. 1855. — 2) Lespes, *Organisation et mœurs du Termita lucifuge*, Ann. d. sc. nat. 1856. Man erfährt dort auch, dass Joly in den Mém. Acad. sc. ins. et belles-lettres de Toulouse, 1849, wenn auch unvollkommen schon das Nervensystem der Termiten behandelt habe. Nachträglich finde ich noch, dass Hagen in Peter's Reise nach Mossambique, Berlin 1862, V. eine Anatomie von *Termes bellicosus* giebt und auch das Nervensystem beschreibt. Gehirn und Bauchmark durch die Hautdecken sichtbar. H. zählt ausser dem Gehirn (obere und untere Portion) und drei Brustknoten noch sieben Bauchganglien. Bei der Königin die Hinterleibsganglien so entwickelt, dass sie das Gehirn und die Brustknoten an Grösse bedeutend übertreffen. (An der Hagen'schen Figur II auf Taf. III ist wohl, wie ich vermüthe, der paarige Charakter des Bauchmarkes an den Ganglien zu scharf ausgedrückt, denn es sind dort nicht bloss zwei gesonderte Längstränge, sondern immer zwei dicht zusammenliegende, aber deutlich gesonderte Bauchganglien gezeichnet!). Zwischen je zwei Bauchknoten gehen von den Verbindungssträngen einzelne feinere Fäden ab. Entwickeltes respiratorisches Nervensystem in Form eines längs der Stigmen laufenden Stranges. Eingeweidennerv am Darm, Nervenzweige am Rückengefäss vom letzten Bauchganglion. — 3) Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*. Sec. édition. Tom. 3. — 4) Brauer, Beitr. z. Kenntniss d. inneren Baues der Neuropteren, Verhandlgn d. zool. botan. Vereins in Wien. 1854. — 5) Dufour, *Rech. sur l'anatomie etc. de Osmylus maculatus*. d. sc. Ann. natur. 1848. (vergl. auch Hagen, Stettin. entomol. Ztschr. 1848); Dufour, *Rech. anatomiques sur l'Ascalaphus meridionalis*, ibid. 1860. (Soll wirklich das Gehirn von *Asc. meridionalis* und *Asc. macaronius* so verschieden sein, wie es nach den Figuren von Dufour und Brauer der Fall wäre?)

über die Familien ¹⁾ der Phryganiden, Perliden, Ephemeriden und Libelluliden zu betrachten sind. Abweichende Angaben hinsichtlich der Zahl der Ganglien s. bei Pictet ²⁾ und Burmeister ³⁾. Vergl. auch Swammerdam's ⁴⁾ »Geschichte des einen Tag lebenden Haffts oder Uferaases«. — Von *Raphidia ophiopsis* und *Sialis lutaria*, *Panorpa communis* gab Loew ⁵⁾ schöne Zeichnungen bei auffallendem Licht.

Ich ⁶⁾ habe das Nervensystem der Larve von *Aeshna grandis* genauer betrachtet. Man kann bei diesem Insect das Bauchmark des Bruststückes mit freiem Auge deutlich durch die Hautbedeckung hindurchschimmern sehen und auch die untere Portion des Schlundringes, sobald man die sog. Maske vorstreckt, wird sichtbar. Zur weiteren Untersuchung finde ich am besten, das Thier von unten zu öffnen, darauf das Bauchmark durch seitliche Schnitte zu isoliren und unter Wasser auf das Objectglas aufzufangen, ähnlich wie man die Keimscheibe der Eier zu behandeln pflegt.

Das Gehirn ist zweilappig und kleiner als die sehr grossen Augenganglien (S. 188); über die Farben der verschiedenen Hirnpartien sieh. oben S. 221. Die untere Portion des Gehirns oder das erste noch im Kopf gelegene Ganglion des Bauchmarks ist um vieles kleiner als die obere Portion und die Commissuren zwischen den beiden Theilen sind kurz. Die Längscommissuren, welche die untere Schlundringportion mit dem ersten im Prothorax gelegenen Thoracalganglion verknüpfen, zeigen das eigenthümliche, dass, während die Längscommissuren nach der ganzen übrigen Länge des Bauchmarkes deutlich auseinander liegen, auf bezeichneter Strecke hart zusammenrücken, so dass nur eine zarte Trennungslinie bleibt, ja etwa in der Mitte auch diese Linie nicht mehr da ist, sondern beide Hälften völlig verschmolzen erscheinen. (S. 193.) An dieser Stelle entspringt jederseits ein Nerv, der zu nächstgelegenen Muskeln geht. (Sieh. oben Seite 197.) Jenseits dieser Nerven tritt wieder die Trennungslinie auf und erhält sich bis zum ersten Thoracalganglion.

Die drei Thoracalganglien in den drei Abschnitten des Brustkastens gelegen, nehmen von vorne nach hinten an Grösse zu, so dass demnach das dritte das umfänglichste ist, wobei wohl zu bemerken, dass an diesem noch ein kleineres etwas längliches Ganglion eng anliegt, man somit eigentlich ausser den drei rundlich breiten Hauptknoten des Bruststückes noch ein viertes zu unterscheiden hat ⁷⁾. Aus dem ersten entspringen jederseits zwei Nerven, aus dem zweiten jederseits drei, aus dem dritten zwei, aus dem vierten einer. Der Bauchganglien sind es sieben, jedes mit zwei Seitennerven rechts und links, nur das letzte ausserdem noch mit zwei nach hinten gerichteten Paaren, indem die Repräsentanten der Längscommissuren sich innerlich gleich in zwei Nerven theilen. Längscommissuren ⁸⁾ überall doppelt.

Ueber die Verschiedenheit der Seitennerven bezüglich des Ursprunges aus den Ganglien, sowie hinsichtlich ihrer histologischen Verschiedenheit verweise ich auf das, was darüber bereits oben S. 195, S. 196 mitgetheilt wurde, sowie Seite 229 über den Bau der Ganglien des Bauchmarkes. Der am Schlund herabgehende Nerv entsendet auf diesem Wege eine Menge feiner Aestchen zur Muskelhaut des Schlundes und sieht man den Stammnerven genauer an, so bemerkt man, dass seine Primitivfasern stellenweise erweitert sind und hier einen von Fettpünktchen umgebenen rundlichen Nucleus besitzen, oder anders ausgedrückt, dass zahlreiche bipolare Ganglienkugeln eingeschaltet sind.

1) Dufour, *Rech. sur les Orthopteres, les Hymenopteres et les Neuropteres*. 1841. Vergl. auch *sur l'anatomie etc. du Sialis lutarius*, *Ann. d. sc. nat.* 1848. — 2) Pictet, *Rech. pour servir à l'histoire et l'anatomie des Phryganides*. 1834; über die Phryganidenlarve *Hydropsyche* s. Dufour, *Ann. d. sc. nat.* 1847. — 3) Burmeister, *Handbuch der Entomologie*. — 4) Swammerdam, *Bibel der Natur*, Uebersetz. 1752. Mit zwei Figuren über das Nervensystem, Taf. XIV, fg. 1, Taf. XV, fg. 6. — 5) Loew, *Stettiner Entomol. Ztschrft.* 1848. — 6) M. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. V, fg. 6. — 7) Bei der fertigen Libelle (Imago) scheint dieses vierte, sammt dem dritten und zweiten zu einer einzigen grössern Masse verschmolzen zu sein, so dass dann auf den ganzen Thorax nur zwei Ganglien kommen. Ich muss dies annehmen, wenn ich meine Beobachtungen mit der höchst eleganten Darstellung des Nervensystems von *Aeshna forcipata* durch Blanchard in der *Nouv. Edition du Règne animal par Cuvier, les Insectes* Pl. 100; vergleiche. — 8) Sollen unrichtigerweise nach Hagen (Stettiner Entomol. Zeitung 1844) aus vier Strängen zusammengesetzt sein. (Vergl. oben S. 241.)

Ich habe bereits S. 386 bemerkt, dass ich bei Neuropteren ebenfalls den weissen Sympathicus des Bauchmarkes, das Analogon des Sympathicus, gefunden habe. Derselbe beginnt am ersten Thoracalganglion und ist hier sowie noch an weissen Insecten deutlich von paarigem Charakter. (Dass von der hinteren Seite des ersten Thoracalganglions noch kein solcher Nerv hervorsteht, wurde ich nicht gesehen zu haben.) Es entspringen von der hinteren, weissen Seite des ersten Thoracalganglions, in dem Raum zwischen den Längscommissuren zwei Nerven von mittlerem, hellem Habitus, ziehen eine kurze Strecke gerade nach hinten und biegen plötzlich wagrecht nach aussen, indem sie sich auf einen in drei Aeste theilen, wovon der mittlere wagrecht fortgeht, die beiden andern aber nach vorne und hinten sich wenden und sich mit Zweigen, welche aus den Seitennerven der Ganglien kommen, verbinden. Am dritten Brustganglion sieht man bei älteren Larven (Puppen) nur Einen Stamm der Nervi transversi; in früheren Stadien sind auch noch hier deutlich zwei Stämme wahrnehmbar. Wir sehen daraus un widersprechlich, dass der Nerv wenigstens im Thorax ursprünglich paarig angelegt ist (S. 206).

Zwischen den Commissuren der Abdominalknoten ist der Nerv in den Larvenstadien, welche ich zerlegte, durchweg unpaar; dabei ist er so blass, dass man bei geringer Vergrösserung ihn kaum, bei starker Vergrösserung hingegen vollkommen deutlich bemerkt. Sein Ursprung liegt, wie ich es auch von *Locusta migratoria* hatte, nicht genau in der Mittellinie, sondern etwas entfernt vom Ganglion im Anfang einer der beiden Längscommissuren; er zieht dann in dem Raum zwischen beiden herab und pflanzt sich wieder in das nächstfolgende Ganglion ein: bevor er dieses thut, giebt er nach links und rechts den Nervus transversus ab. Der mediane Nerv geht also nicht über die Ganglien weg, sondern entspringt immer wieder vom Neuem. Wo er sich in die Nervi transversi theilt, glaubt man ein kleines Ganglion zu sehen, allein dieses scheinbare Ganglion ist vielmehr eine Öffnung, dadurch gebildet, dass aus den beiden Quernerven mit einer kurzen Wurzel die zum nächsten Ganglion tretende mediane Fortsetzung des Stammnerven sich wieder herstellt. Wohl aber sieht man z. B. vor dem letzten Abdominalganglion gerade an dem zuletzt bezeichneten Abschnitt des medianen Nerven eine wirkliche, wenn auch schwache, gangliöse Anschwellung von länglicher Gestalt. Die Nervi transversi des Abdomens sind im Allgemeinen nach vorn gerichtet und nur die des letzten Abdominalganglions wenden sich entschieden nach hinten. Vom Stammnerven dieser letztern wäre auch noch zu berichten, dass derselbe aus dem letzten Ganglion selbst und nicht aus den Äquivalenten der Längscommissuren den Ursprung nimmt und zwar aus dem medianen Herd sehr grosser Ganglienkugeln, der sich an gleicher Stelle bei allen Ganglien vorfindet. — Das Stirnknötchen (Ganglion frontale) ist leicht zu finden, über seinen Bau s. oben S. 227; über die vom Ganglion kommenden Nerven s. S. 203¹⁾. Ueber die Mund-Magennerven der *Libellula depressa* vergl. Brandt²⁾.

Auch bei *Panorpa* (*P. communis*) habe ich den Sympathicus als zarten medianen Nerven zwischen den Längscommissuren der Bauchganglien erkannt.

4. Dipteren.

Diese Insectenordnung zeichnet sich aus sowohl durch eine sehr starke Centralisation des Bauchmarks in einzelnen Familien bis zu dem Grad, dass nur eine einzige, vom Schlund durchbohrte Ganglienmasse das ganze Nervencentrum vorstellt, als auch dadurch, dass hier nicht selten die beiden Längscommissuren des Bauchmarkes zu einem Einigen Strang verschmolzen sind (S. 192). Gehirn häufig mit sehr grossen Schläppen.

Ueber die Pupiparen vergl. Leuckart³⁾. In den frühesten Larvenstadien das Bauchmark langgestreckt, aus elf Paar Ganglien zusammengesetzt; letztere dicht genähert, so dass man kaum von eigentlichen Commissuren sprechen kann.

1) Histologisches über Ganglienkerne und Nervenfaser der „*Libellula grandis*“ bei Hannover, Arch. microsc. nat. 1844. — 2) Brandt, Bemerkungen üb. d. Mundmagen oder Eingeweidennerven der Insecten. 1835. — 3) Leuckart, die Fortpflanzung u. Entwicklung der Pupiparen. Abhandl. d. Naturf. Gesellsch. in Halle. 1853. — Vgl. auch Dufour, Ann. d. sc. nat. Tom. III. 1845.

Jedes Ganglienpaar bloss mit einem Nervenpaar; die drei letzten lassen zusammen nur ein Paar entspringen. Um die Zeit der Geburt hat sich das Bauchmark verkürzt, ist keulenförmig geworden, da die Ganglien der Vorderhälfte jetzt beträchtlich breiter sind. Mit dem Gehirn räthselhafte Gebilde in Verbindung, von L. vorläufig als »Zellenkörper« bezeichnet.

Bei der Familie der Oestrinen (Dasselfliegen) das Bauchmark von höchster Concentration (ein einziges grosses Ganglion im Vorderleibsende) und wenn Alles richtig ist, was der jüngste Untersucher dieser Thiere, Scheiber¹⁾, mittheilt, so würde das Nervensystem dieser Thiere Eigenthümlichkeiten haben, wie kein anderes Insect. Ausser dem vom Schlunde durchbohrten Hauptganglion sollen noch verschiedene appendiculäre Ganglien vorhanden sein, wie z. B. Herzganglien, Trachealganglien.

Die *Muscidae calypterae* (Schwingkolben mit einer Deckschuppe versehen) ebenfalls mit nur Einem in der Brust gelegenen Ganglion; in allen andern Familien ist die Zahl vermehrt, so haben die *Muscidae acalypterae* (Schwingkolben ohne Deckschuppe) ausser dem einfachen Brustganglion noch ein bis zwei Abdominalganglien. Desgleichen die *Syrphidae* und *Conopidae*. *Scenopinus* hat fünf (das Brustganglion mitgerechnet); *Tabanidae*, *Stratiomyidae*, *Therévidae*, *Septidae*, *Asilidae*, *Bombyliidae* haben sechs (und ein Brustganglion), *Empidae* mit drei Thoracalganglien und fünf Abdominalganglien; *Culicidae* und *Typulidae* drei Brust- und sechs Bauchganglien. Die Kenntniss dieser Zahlenverhältnisse verdanken wir wieder den umfänglichen Untersuchungen Dufour's²⁾. Eine sorgfältige anatomische Arbeit über *Chionea araneoides* hat Brauer³⁾ geliefert. Hier deutlich doppelte Längscommissuren. Vergl. ob. S. 192.

Die Larven von Dipteren mit Ausnahme der Oestrinen haben ein langgestrecktes, gegliedertes Bauchmark. Meist elf Ganglienpaare, durch lange, vollständig oder theilweise doppelte Längscommissuren verbunden. Larven von *Stratiomys* nach Swammerdam⁴⁾ mit zehn dicht zusammengeschobenen Ganglien. Noch mehr verschmolzen sind sie nach demselben Autor in den Larven der Käsefliegen (*Prophila*) und *Eristalis*⁵⁾. Auch an der Larve von *Xiphura atrata* sind bei Dufour die vier ersten Ganglien dicht zusammengedrängt; die übrigen haben lange Commissuren zwischen sich.

Unter den Larven der Dipteren fällt jene der *Corethra plumicornis* durch ihre ganz ausnehmend grosse, krystallhelle Durchsichtigkeit auf und hat wohl dadurch, sowie durch ihre etwas seltsame Gestalt und wunderlichen Bewegungen manchen Beobachter schon verleitet, beim ersten Ansichtigwerden zu glauben, man habe ein neues merkwürdiges Wasserinsect entdeckt. Jedenfalls ist es ein zum nähern Studium sehr einladendes Geschöpf und ich habe deshalb früher unter Anderm das Nervensystem: Gehirn, Bauchmark, abgehende Nerven beschrieben, mich auch über histologische Verhältnisse, Nervenendigung insbesondere, verbreitet⁶⁾.

1) Scheiber, vergleichende Anatomie u. Physiologie der Oestrinenlarven, Sitzb. der Wiener kais. Akad. d. Wiss. Bd. XLI, 1860. (Larven von *Gastus*, *Hypoderma*, *Cephenomyia*, *Cephalomyia*.) Wenn man in dieser grossen Eifer und Fleiss verrathenden Abhandlung von »kolossalen« Nebenganglien liest, die »nirgends eigentliche Nerven abgeben«, von Trachealganglien, die »ganz unabhängig vom Centralnervensystem« den Tracheen in Menge aufsitzen u. s. w., so möchte denn doch eine Nachuntersuchung, zu der ich freilich bis jetzt noch nicht selber gekommen bin, kaum überflüssig erscheinen. — Von frühern Arbeiten vergl. Schröder van der Kolk, *Mém. sur l'anatomie et Physiologie de Gastus equi*. 1845. — 2) Dufour, *Ann. d. sc. natur.* 1844. und dessen *Rech. anatomiques et physiol. sur les Dipteres*, *Mém. par div. sav. à l'acad. d. sc. Paris*. T. XI, 1851. Mit Abbildn des Nervensystems von *Tipula oleracea*, Larve von *Xiphura atrata*, *Tabanus bovinus*, *Volucella sonaria*, *Conops rufus* (das Weibchen mit ganz besondern Nervenfäden!), *Calliphora vomitoria*. — 3) Brauer, Verhändlg. d. zool. botanisch. Vereins in Wien, 1854. — 4) Swammerdam, Bibel d. Natur. 1752. (Auch mit Abbild. des Nervensystems der Imago.) — 5) Burmeister, Handbuch d. Entomologie. — 6) Leydig, Anatomisches und Histologisches üb. die Larve von *Corethra plumicornis*. Ztschr. f. wiss. Zool. 1851. (Zu der dort citirten Literatur mag hier nachgetragen werden: Lichtenstein, Beschreibung e. neuentdeckten Wasserinsects (*Chaoborus antisepticus*), Arch. f. Zool. u. Zoot. 1800. (Mit recht kennbarer Abbildung des Thiers). Götz, Beschreibung e. höchst seltenen, wo nicht gar noch ganz unbekannten Wasserthierchens. Beschäftigten d. Berliner Ges. naturf. Freunde, 1775, Ergänzung, 1776. Dass bei beiden Autoren vom Nervensystem noch keine Rede ist, wird man begreiflich finden, aber von Interesse ist, von dem Eindruck zu hören, den das Thierchen auf die Beobachter machte.

Ich habe auch jetzt wieder das überall häufige Thierchen angesehen. Wohl unter allen bekannten Insecten kann hier am lebenden Thier die Structur der Ganglien am leichtesten wahrgenommen werden. Man sieht, wie die Fasern der Längscommissuren hereintreten und deutlich bis zur paarigen Mitte des Ganglions ziehen; dort ist ein doppeltes Centrum von Punktsubstanz, und mit Sicherheit erkennt man zwei Quercommissuren innerhalb des Ganglions, welche die beiden, den Seitenhälften des Ganglions angehörigen Herde verbinden. Die übrige Wölbung des Ganglions wird von den klaren Ganglienkugeln eingenommen, von denen ich schon bezüglich ihrer verschiedenen Grösse u. dergl. in meinem früheren Aufsatz berichtet habe. Ueber die ins Ganglion eingetretenen und bis zur Mitte bestimmt verfolgbaren faserigen Elemente giebt R. Wagner¹⁾ an, dass es ihm geschienen habe, als ob die »Nerventröhren immer durch den Knoten gerade durchtreten«; ich glaube an dieser Stelle, allwo die Herde der Punktsubstanz liegen, ein wenigstens theilweises Aufgehen der Fasern in Punktsubstanz beobachtet zu haben.

Von ausgebildeten Dipteren habe ich einzelne Abschnitte des Nervensystems untersucht von *Tabanus bovinus*, *Eristalis tenax*, *Musca domestica*, *Tipula gigantea* und *pratensis*.

Von *Tabanus*²⁾ möchte ich gegenüber von Dufour namentlich herausheben, was schon oben S. 192 zur Erwähnung kam, dass zwar die Längscommissur zwischen dem dicken Brustganglion und dem ersten Bauchganglion entschieden einfach ist und nebenbei bemerkt, dünner als die vom Thoracalganglion zu den Halteren abgehenden Nervenstämme, dass aber zwischen den Bauchganglien selber die Duplizität der Längscommissuren wieder auftritt. Zwischen den drei ersten Ganglien, die noch etwas weiter auseinander liegen, sind die zwei Längscommissuren äusserst klar; die drei hintersten Ganglien folgen sich so dicht, dass die Längscommissuren fast verschwinden, aber eine längliche Spalte weist immer noch das Gedoppeltsein auf, und selbst zwischen dem fast verschmolzenen letzten und vorletzten Knoten bleibt wenigstens noch ein rundes Loch als Spur des paarigen Charakters der verbindenden Theile übrig. — Paariger Charakter im innern Bau des Thoracalganglions s. ob. S. 191. —

Ueber die histologische Verschiedenheit der aus dem grossen Brustganglion hervorkommenden Nerven habe ich mich schon oben S. 196, S. 225 ausgesprochen; von dem dicksten Paar, das aus dem Brustknoten entspringt, es ist das vorletzte, sei hier noch bemerkt, dass dasselbe zwar der Hauptmasse nach zu der Basis der Halteren (Schwingkolben) geht (und schon mit freiem Auge lässt sich dies wahrnehmen), dass aber diese Organe nicht ausschliesslich von ihm versorgt werden, sondern dass vorher noch einige schwache Aestchen sich abzweigen. Die Längscommissur, welche vom Thoracalganglion zur untern Hirnportion zieht, zeigt nach vorne eine Spur von Duplizität. Dufour lässt aus dieser Längscommissur jederseits drei Nerven hervorgehen, meine Zeichnungen und Notizen bemerken nur Einen, der mir in doppelter Hinsicht merkwürdig war. Einmal sah man deutlich, wie er seine breiten Fasern von zwei entgegengesetzten Punkten her bezog, von der untern Portion des Gehirns und vom Thoracalganglion (was schon oben S. 189, näher S. 197 angedeutet wurde); dann zweitens erweiterten sich einzelne Aeste der breiten Fasern (S. 224) und nahmen in die Ausbuchtungen grosse periphere Ganglienkugeln auf. Auf diese bezieht sich die Angabe oben S. 222. Die Nerven der vier hintersten Abdominalganglien legen sich nach hinten zu einem Bündel zusammen, vergleichbar der Cauda equina am Rückenmarksende der Wirbelthiere. An der weiteren peripherischen Verästelung des aus dem zweiten Abdominalganglion kommenden Seitennerven bemerke ich zahlreiche kleine gangliöse Anschwellungen. Im Brustganglion, in den Bauchganglien (wahrscheinlich auch im Gehirn, das ich auf diesen Punkt nicht untersucht) ausser den kleinen, die Hauptmasse bildenden Ganglienzellen noch Gruppen sehr grosser, im isolirten Zustande birnförmiger Ganglienzellen.

Eristalis tenax wurde bereits von Cuvier³⁾ zergliedert. Ueber die histologische Beschaffenheit der verschiedenen aus dem Brustknoten abgehenden Nerven s. oben S. 196, S. 225.

1) R. Wagner, vergleichende Anatomie. 1834. — 2) S. meine Tafeln z. Vergleich. Anat. Taf. V. fig. 8. — 3) Cuvier, Vorlesagen über vergl. Anat. 1809. (Bienenähnliche Fliege, *Syrphus tenax*).

Ueber den paarigen Bau des ziemlich walzenförmigen, vorn gerade abgeschnittenen Brustknotens¹⁾ von *Eristalis* und *Musca domestica* vergl. S. 191. Doch kann man allerdings dies Verhalten nur so lange gut sehen, als das Ganglion seine natürliche Helligkeit hat. Daher ist es nothwendig, den Brustknoten aus dem lebenden Thier zu nehmen und mit Zuckerwasser zu befeuchten. Sobald das Ganglion sich trübt, was bald geschieht, ist die bezeichnete Sonderung seines Innern kaum mehr erkennbar. Die Längscommissur zwischen dem Brustknoten und dem Gehirn ebenfalls scheinbar einfach, hat eine deutliche Theilungslinie. Wie an den mit Zuckerwasser benetzten, aus dem lebenden Thier genommenen Knoten zu sehen ist, zieht ein Theil der Fasern der Längscommissuren an der Dorsalfäche des Knotens oberflächlich hin und scheint erst gegen die Mitte sich in die Tiefe zu verlieren. Ueb. sympathische Elemente S. 207, S. 225.

*Tipula gigantea*²⁾ hat verschmolzene Längscommissuren, doch oberhalb und unterhalb treten sie etwas von einander und erzeugen einen Längsspalt. S. oben S. 192. Aus den Ganglien jederseits ein Seitennerv, der nach einiger Entfernung sich gabelt. Hier im Innern eine grosse Ganglienkuugel, weiter nach aussen an der Theilungsstelle treten abermals nur entsprechend kleinere Ganglienkuugeln auf. — Die *Tipulae* gehören zu jenen Insecten, bei denen eine quergestreifte netzförmige Musculatur sich unmittelbar an's Neurilemm ansetzt. Vergl. oben S. 211; sieh. auch Frey und Leuckart³⁾. Für solche Präparationen schneide ich mit einer scharfen Scheere das Mittelstück des Thorax und Abdomens aus, von welchem alsdann leicht unter Wasser das gesammte Bauchmark sich als Ganzes gewinnen und auf das Objectglas auffangen lässt.

5. Hymenopteren.

Hier hat das Nervensystem ein gewisses Ebenmaass in seiner Entwicklung: es folgt auf ein bei manchen Arten sehr umfängliches Gehirn, ein gestrecktes Bauchmark, dessen Thoracalganglien grösser sind als die Abdominalganglien. Längscommissuren immer deutlich doppelt. Hinsichtlich der Brustknoten wäre hervorzuheben, dass es seltener drei sind, sondern wegen geringer Ausbildung des Prothorax nur zwei, die auf den Meso- und Metathorax vertheilt erscheinen. Das zweite Ganglion ist dann besonders stark »ein grosser, sonnenhafter Knoten« wie Carus d. Aelt. sich ausdrückt. Zahl der Bauchknoten fünf, sechs, seltener (*Sirex* z. B.) sieben⁴⁾.

Das Gehirn der gesellig lebenden Hymenopteren zeigt eigenthümlich entwickelte Hirnpartien, welche Dujardin⁵⁾ zuerst näher beschrieben hat. Meine eigenen hierüber an *Apis mellifica*, *Bombus lapidarius*, *Vespa rufa*, *Vespa crabro* und *Formica rufa* (m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VIII, fg. 8, fg. 4, fg. 5) angestellten Beobachtungen habe ich bereits S. 232 vorgelegt und bemerke hier nur noch, dass man die »Scheiben« oder »Hirnwindungen« schon mit der Lupe sehr gut, namentlich bei *Vespa* und *Bombus*, als besondere Hirnpartien unterscheiden kann; ferner dass diese Scheiben in ihren Umrissen nach den Gattungen und selbst Arten Verschiedenheiten darbieten, namentlich in der Zahl und Gruppierung der scheinbaren Wülste, der hellen, bandartigen Substanz, wie ich sie oben bezeichnet habe. Auf der Figur, welche Brandt⁶⁾ vom Gehirn der Biene gegeben hat, sind die fraglichen Hirnabschnitte entweder übersehen, oder

1) Tafeln z. vergleich. Anat. Taf. VIII. fg. 1. — 2) A. a. O. Taf. VI, fg. 2. — 3) Frey u. Leuckart, Lehrbuch d. Zootomie, S. 37. »Bei vielen Dipteren (*Tipula*, *Empis* a. a.) und den Lepidopteren scheint Muskelgewebe mit dem Neurilemm des Bauchstranges verbunden zu sein.« — 4) Dufoür, *Rech. sur les Orth., les Hymenopteres et les Neuropt.* 1841. *Vespa crabro* als typische Form beschrieben. Dann Angaben über Zahlenverhältnisse bei *Scelion*, *Apis*, *Andrena*, *Sphex*, *Pompilus*, *Chrysis*, *Ichneumon*, *Odynerus*, *Bombus*, *Larra*, *Tiplica*. — Wie mag sich wohl die Zahl der Ganglien in dem so verkümmerten Abdomen von *Evania appendigaster* verhalten? — 5) Dujardin, *Mém. sur le système nerveux des insectes*. Ann. d. sc. natur. 3. Ser. Zool. T. 14, 1850. — Von ältern Arbeiten vergl. Swammerdam »Bibel der Natur«, (die bekannte und berühmte Anatomie der Biene, für jene Zeit auch wahrhaft bewundernswerth). Dann vorzüglich Treviranus in s. Biologie, Bd. V, 1818; mit Abbildungen von *Apis (Bombus) muscorum* u. *Apis mellifica*, namentlich vergrösserte Ansichten des Gehirns. »Es fällt gleich der weit zusammengesetztere Bau des Gehirns der Bienen und die Kleinheit der Brustknoten dieser wunderbaren Thiere gegen das Gehirn derselben auf.« — 6) Brandt, Mediz. Zoologie. 2. Bd. 1833. Auch Cuvier (A. a. O.) gedenkt des Gehirns und Bauchmarkes der Biene.

man müsste geneigt sein, sie in denselben Ringen zu suchen, welche die einzelnen Stirnangen umgeben. Im Text wird nicht Bezug darauf genommen. Auch die von Blanchard¹⁾ mit gewohnter Eleganz ausgeführte Zeichnung über das Nervensystem der Honigbiene (*très grossi*) enthält keine Spur dieser merkwürdigen Bildungen. Ueber die Gehirnhüllen sieh. S. 216. Schon Dufour glaubte bei der Horniss zu bemerken, dass Tracheenblasen die Rolle der Meningen spielen möchten. Ueber das Grössenverhältniss vom Gehirn- und unteren Schlundganglion, Länge der Commissuren war bereits (S. 188) die Rede. Die Ganglien der Mund-Magennerven hat zuerst Brandt²⁾ näher beschrieben; der grossen Ganglienzellen vom Stirnganglion der Horniss habe ich³⁾ früher gedacht. Meinert⁴⁾ zeichnet am Anfang des Schlundes von *Formica rufa*, diesem hart anliegend, zwei rundliche Körper als *»corpora incerta«*; ich glaube mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, dass damit die zwei Seitenganglien der Mundmagennerven vorgestellt sind. Bei verschiedenen Insecten, z. B. an dem Rüsselkäfer *Apoderes coryli* habe ich gesehen, dass sie nach Lage und Form ganz das Bild geben, wie es genannter Autor von der Ameise gezeichnet hat.

Aus den Abdominalganglien scheint häufig nur Ein Seitennerv, der sich bald theilt, jederseits zu entspringen. So ist es nicht nur bei den von mir untersuchten Gattungen, sondern auch z. B. bei *Sirex gigas*⁵⁾; bei *Cimex variabilis* sehe ich zwei Seitennerven. Auf den Zeichnungen Swammerdam's sowohl, als auch auf denen von Brandt entspringt von den Längscommissuren zwischen erstem und zweitem Thoracalganglion jederseits ein Nerv (nicht bei Blanchard); und die Dufour'sche Zeichnung des Nervensystems von *Sirex gigas* lässt diesen Nerven nicht blos an genannter Commissur sehen, sondern auch zwischen dem dritten Thoracalganglion und dem ersten Abdominalknoten. (Sieh. oben S. 197).

Bei *Vespa crabro* habe ich auch mediane oder sympathische Ganglien zwischen den Längscommissuren der Bauchganglien bemerkt. Sie liegen etwas asymmetrisch, der einen Längscommissur näher als der andern und zwar ist es diejenige, aus welcher der das Ganglion erzeugende Nerv herauskommt und wieder zurückführt. — Nervenskelet der Horniss S. 208.

Näher habe ich die sympathischen Ganglien des Bauchmarkes von *Bombus* (Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VII, fg. 1) studirt, worüber oben S. 204 nachzusehen. Hier nur noch einmal die schon anderwärts (S. 205) vorgebrachte Bemerkung, dass die sympathischen Ganglien in der Länge ihrer Wurzeln und abgehenden Zweige mancherlei individuelle kleine Abweichungen zeigen. So kann auch der Stiel des medianen Ganglions bald mehr sich in die Mittellinie der Bauchknoten einpflanzen, bald mehr seitwärts in eine der Commissuren. Ueber *Cimex variabilis* s. S. 205. Ausser den dort erwähnten Seitenganglien ist auch das mediane zwischen den Längscommissuren liegende gestielte Ganglion sehr deutlich.

Ich möchte jetzt noch einmal auf das Gesamtnervensystem der Honigbiene zurückkommen, da die von Brandt und Blanchard gelieferten Zeichnungen doch Manches vermissen lassen. Ich finde nämlich auch bei *Apis mellifica* ganz ähnlich wie bei *Bombus* sowohl ein gestieltes medianes sympathisches Ganglion an den Bauchknoten, vorne zwischen den Längscommissuren, als auch sehr deutliche sympathische Seitenganglien, welche der Dorsalfäche der aus den Bauchknoten kommenden Seitennerven aufsitzen. Dieselben schicken eine oder mehrere Wurzeln zum Bauchknoten und gegen vier Nerven in die Fasermasse des Seitennerven. Weiter nach aussen tritt vom Seitennerven ein unmittelbar in zahlreiche Zweige sich auflösender Nerv ab, der entschieden sympathischer Natur ist. Derselbe charakterisirt sich nicht nur durch helles Aussehen, sondern durch Ganglienbildung, indem er nicht nur gleich an

1) Blanchard, *Ann. d. sc. natur.* 1848, oder *Nouv. Edition du Regne animal par Cuvier, Insectes*. Pl. 107, fg. 4. — 2) Brandt (a. a. O.) und Bemerkungen über die Mundmagennerven der Evertibraten. — 3) Leydig, Zum feineren Bau der Arthropoden, *Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1855. — 4) Meinert, Bidrag til de danske Myrirs Naturhistorie. Danske Videnskabernes Selskabs Skifter, 1860. — 5) Dufour, *Rech. anat. sur les Hymenopteres de la famille des Urocerates*, *Ann. d. sc. nat.* (4. ser. Zool. T. 1.) 1854. Das Nervensystem von *Sirex gigas* abgebildet; die Zeichnung des Gehirns erinnert mich in gewisser Beziehung an das von Oniscus oder Porcellio, indem die Schlappen oberhalb der primären Anschwellungen zu liegen scheinen.

der Stelle seiner Hauptvertheilung ein grösseres Ganglion entwickelt, sondern die feinem Verzweigungen ebenfalls häufig gangliös anschwellen. Die vorhin genannten Autoren kennen weder die medianen, noch die paarigen Seitenganglien! Die Blanchard'sche Figur giebt fünf distincte Bauchknoten, während man mit Brandt doch eigentlich nur vier zählt. Das letzte ist übrigens wie ich sehe ein aus zwei Knoten entstandenes, die aber so dicht zusammenliegen, dass sie für die gewöhnliche Untersuchung den Eindruck eines Einzigen machen. Indessen lässt sich eine Lücke zwischen ihnen und kurze Längscommissuren nachweisen. Indem Bl. diese ungebührlich in seiner Zeichnung verlängert hat, bekommt er ein fünftes distinctes Ganglion. Dann hat Bl. ferner an dem letzten Ganglion die hinteren zwei Hauptnervestämme übersehen, denn mit diesen ist die Zahl der Nervenpaare drei, wie Brandt dies richtig gezeichnet hat. Auch finde ich, dass die Bauchganglien nicht von länglichem Habitus sind, sondern eher in die Breite gehen. Die Längscommissuren zwischen dem dritten und vierten Abdominalknoten sind bei Br. zu kurz gehalten¹⁾. — Muskelhaut, welche sich über das Bauchmark herüberspannt und Ausläufer zum Nervensystem giebt, s. oben S. 210. Nerven, welche Muskeln des Neurilemms vorspiegeln können S. 219. — Breite Nervenfasern S. 224.

Kleine höchst merkwürdige Insecten, welche am Hinterleib der Bienen und Wespen schmarotzen und einerseits sowohl mit den Hymenopteren als auch mit den Käfern Verwandtschaft zeigen, so dass sie auch wohl der einen oder andern Ordnung beigesellt werden, die *Strepsiptera* (*Rhipiptera*), sind auf ihr Nervensystem bisher meines Wissens nur einmal²⁾ untersucht worden. Man fand einen einzigen ansehnlichen Ganglienknoten im Thorax, von dem nach den verschiedenen Seiten hin die Nervestämme ausstrahlen. Ein den Schlund umfassender Abschnitt, von dem nicht die Rede ist, ist wohl nur übersehen worden und wird sich bei einer Nachprüfung doch finden lassen. (Vergl. oben S. 182).

6. Lepidopteren.

Gehirn zweilappig, mit starken Sehlappen, entsendet von seinen obern Partien aus besonders Anschwellungen noch die Antennennerven; von der untern um vieles kleinere Hirnportion kommen die Nerven der Mundtheile. Die Commissuren zwischen den beiden Massen kurz und dick (S. 187), so dass nur ein enger dreieckiger Raum zum Durchtritt für den Schlund bleibt.

Zahl der Brustganglien bei den Abendfaltern (*Crepuscularia*) und der Mehrheit der Nachtfalter (*Nocturna*) eigentlich drei, aber das des Mesothorax ist mit dem des Metathorax zu Einem Knoten mit bleibender seitlicher Einschnürung verschmolzen. Letzteres doppelt so gross als das des Prothorax; daher auch gemeinhin nur zwei Brustknoten den Schmetterlingen zugeschrieben werden. Aus ihnen die Nerven für die Beine und die Flügel. Ueber Ursprung der Flügelnerven s. oben S. 198, Plexus der Flügelnerven S. 195. Nach Dufour³⁾ giebt es einige *Phalaenidae* (*Ascitis* z. B.), bei denen nur Ein Knoten für den ganzen Thorax vorhanden ist.

Die Zahl der Bauchknoten soll sehr constant, vier, sein. Allein betrachtet man die Abbildung des gesammten Nervensystems, welche Newport vom *Sphinx nerii* und Cornalia vom *Bombyx mori* gegeben haben, so ist bei letzterem zwischen dem hinteren grossen Thoracalknoten und dem sonst als ersten Abdominalknoten geltenden Ganglion noch ein deutlicher Knoten vorhanden, und bei *Sphinx* wenigstens Seitennerven, die vielleicht ebenfalls auf ein kleines Ganglion schliessen lassen.

Letztes Bauchganglion öfters um vieles grösser als die drei übrigen; doch auch Fälle nicht selten, wo dasselbe wenig oder kaum stärker ist (*Zygaena filipendulae* z. B.). Längscommissuren doppelt, im Thoraxabschnitt weit auseinander bogig gekrümmt, namentlich bei Raupen, im Abdomen dicht zusammenliegend,

1) Ob und inwiefern Newport's folgende Abhandlungen auch das Nervensystem berücksichtigen, ist mir unbekannt, da ich dieser Schriften nicht habhaft werden kann. *Observations on the anatomy, habits and economy of Athalia centifoliae*. London 1838, und *On the anatomy and development of certain Chalcididae and Ichneumonidae*. *Proceed. Linn. Soc.* II, 1849; *Trans. Linn. Soc.* Vol. 21, 1851. — 2) Siebold, Vergleich. Anatomie der wirbellosen Thiere 1848. — 3) Dufour, *Aperçu anatomique sur les Insectes Lépidoptères*. *Compt. rend.* XXXIV, 1862.

auch wohl mit einander eine Strecke verschmolzen¹⁾. Vergl. hierzu meine an *Vanessa* gemachte Beobachtung S. 193. Bei den Raupen beträgt die Zahl der Bauchmarksganglien elf bis zwölf. Die Umwandlungen des Nervensystems der Raupe in das des Schmetterlings durch Zusammenrücken mehrer Knoten und Verschwinden einzelner haben Herold²⁾ an *Pontia brassicae*, Newport an *Sphinx ligustri* und *Vanessa urticae*, Cornalia an *Bombyx mori* im Einzelnen gezeigt. Die sog. Mund-Magennerven sind so gut entwickelt, dass schon die ältesten Beobachter, Swammerdam³⁾, Lyonet⁴⁾, den Nervus recurrens, die Stirnganglien (es sind gewöhnlich mehre), sowie die paarigen Ganglien gekannt haben. Die letzteren sind manchmal jederseits zu einer länglichen Masse verschmolzen. Auf die Nerven, welche man als zum eigentlichen Sympathicus gehörig anzusehen hat, wurde schon von Lyonet unter der Bezeichnung »brides épinières, qui peuvent être considérées comme autant de paires de Nerfs« von der Weidenbohrer Raupe beschrieben. Hier möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, dass das dreieckige Ganglion des medianen Nerven vor seiner Theilung in die Nervi transversal mitunter kein eigentliches Ganglion ist. An der Raupe von *Pygaera bucephala* z. B. sehe ich, dass das anscheinende Ganglion dadurch zu Stande kommt, dass sich die beiden Gabeläste nach ihrer Theilung durch einen Zug bogiger Fasern wieder verbinden. Die Stelle, welche die Ganglien kugeln einnehmen sollten, ist eine dreieckige Lücke. Ueber das sog. von Treviranus⁵⁾ und Newport⁶⁾ entdeckte Bauchgefäß vergleiche ausser oben S. 211 meinen Aufsatz⁷⁾, in welchem die Beobachtungen ausführlicher mitgetheilt sind, sowie auch auf die Angaben und Arbeiten von Leuckart⁸⁾, Dufour⁹⁾ Bezug genommen wird. Hier mag in historischer Beziehung noch nachgetragen werden, dass es mir scheint, als ob auch Cuvier¹⁰⁾ bereits auf dieses Gebilde bei *Liparis dispar* gestossen sei. Es will mich bedün-

1) Vergl. über *Sphinx ligustri* die Newport'sche über alles Lob erhabene Darstellung des Nervensystems der Raupe, Puppe und des Schmetterlings, *Phil. trans.* 1832, 1834; auch *Cyclopaedia etc. Insecta*. Zu den Schmetterlingen, die am öftesten zergliedert und deren Nervensystem daher auch mit am häufigsten untersucht wurde, gehört der Seiden Spinner, *Bombyx mori*. Schon Malpighi in seiner berühmten Abhandlung: *De Bombyce*, 1686, bildet das Nervensystem im Ganzen ab und ein Ganglion mit seinen Tracheen noch mehr vergrößert; noch vollständiger hat Swammerdam Gehirn, Bauchmark und die abgehenden Nerven erkannt. Blanchard giebt das Nervensystem von der Raupe und dem vollkommenen Insect in Cuviers *Règne animal; nouvelle Edition*, Pl. 180. (Ausser von *Bombyx mori* ist auf derselben Tafel noch ein Theil des Nervensystems der Raupe von *Attacus pavonia major* namentlich mit Bezug auf die Nervi respiratorii zu sehen.) Zuletzt hat Cornalia eine sehr ausführliche Darstellung dem Nervensystem von Raupe, Puppe und Schmetterling gewidmet: *Monografia del Bombyce del Gelso, Mem. dell' Istituto Lombardo*, Vol. VI, 1856. Die Abbildungen des Nervensystems bei auffallendem Licht auf schwarzem Grund. Merkwürdig, dass dort zwischen dem 6. und 7. Ganglion des Bauchmarks, abgesehen von den Nervi transversal noch zahlreiche Seitennerven von der Längscommissur entspringen, auch zwischen dem 7. und 8. Ganglion sind einige solcher Nerven gezeichnet. Sollte nicht unser Verfasser, der von der eigenthümlichen Musculatur des Bauchstranges (sieh. oben S. 211) nichts zu kennen scheint, solche quer abgehenden Muskelfäden für Nerven gehalten haben? — Ueber die Mundmagennerven der Raupe vergl. ausser Brandt (s. a. O.) auch De Filippi, *Breve riassunto di alcune ricerche anatomico-fisiologiche sul baco da seta, communicate alla societa delle scienze biologiche di Torino*, 1853. Ueber Vertheilung der Tracheen am Bauchmark, Platner, *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1844. — Ueber *Liparis dispar* vergl. Cuvier, Vorlesagen über vergleichende Anat. 1809; über *Gastropacha pini* Suckow, *anat. physiol.* Untersuchungen der Insecten und Krustenthiere, 1818. — Ob Rolando's *Observations anatomiques sur la structure du Sphinx nerii*, *Mém. Acad. Turin* 1805—08 auch über das Nervensystem Auskunft geben? Mir ist das Werk nicht zugänglich. — 2) Herold, Entwicklungsgesch. der Schmetterlinge, 1815. — 3) Swammerdam, Bibel der Natur, Nervensystem der Nessel- und Seidenraupe; Nervus recurrens der Seidenraupe. — 4) Lyonet, *Traité anatomique de la chenille, qui ronge le bois de saule*, 1762, und *Mém. du Muséum*. Tom. XVIII—XX. 1829—32. Nervensystem der Raupe und der Imago des *Cossus ligniperda*; unpaariges und paariges System der Mundmagennerven. Den Nervus recurrens einer Sphinxraupe hat auch Joh. Müller gezeichnet. *Nov. Act. Nat. Cur.* 1828. — 5) Treviranus, Zeitschrift für Physiologie. Bd. 4. 1832. — 6) Newport, *Phil. Trans.* 1834, p. 395, fig. 9; Artikel „Insecta“ in d. *Cyclop. of Anat. and Phys.* 1839. S. 780. — 7) Leydig, das sog. Bauchgefäß der Schmetterlinge und die Musculatur der Nervencentren bei Insecten, *Archiv für Anat. und Phys.* 1862. S. ferner m. Tafeln s. vergl. *Anat. Taf. V, fig. 7, Taf. VI, fig. 1*. — 8) Frey und Leuckart, *Lehrbuch der Anat. d. wirbellosen Thiere*. 1847, S. 83. — 9) Dufour, s. a. O. 1852. — 10) Cuvier, Vorlesungen üb. vergl. Anat. 1809.

ken, als ob das, was er dort über die mehr oder weniger dunkelrothe Farbe der Abdominalganglien sagt, während Gehirn und Brustknoten weiss seien, auf unsern Gegenstand sich beziehe. Ueber den unter dem Bauchmark befindlichen Blutsinus s. oben S. 213. Ueber Färbung der Ganglien bei Raupen und wo das Pigment untergebracht ist, siehe S. 218; Matrix des Neurilemms S. 215. Breite helle Nervenfasern S. 224. Histologisches über das Nervensystem von „*Papilio brassicae*“ s. auch bei Hannover¹⁾.

7. Koleopteren.

Die Thiere dieser Ordnung gehen nach der Gestaltung ihres Nervensystems sehr auseinander. Die einen haben wegen Mangels der Längscommissuren zwischen den Ganglien ein sehr concentrirtes Bauchmark. So die meisten Lamellicornier, Curculioniden und Scolyten. Bei andern zieht auch noch durch die ganze Länge des Abdomens eine knotige Bauchkette: Cisteliden, Oedemeriden, Cerambyciden. Man kann zwei der gewöhnlichsten Käfer, *Melolontha vulgaris* nemlich und *Carabus auratus* als Repräsentanten dieser zwei Bildungsreihen aufstellen. Dass Zwischenstufen vorhanden sind, braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden. In den Käferlarven sind bereits diese beiden Typen ausgeprägt, indem die einen ein knotiges, die andern ein langstreckiges Bauchmark besitzen, dessen elf Knoten deutliche Doppelcommissuren haben. So bemerkte schon Swammerdam²⁾, als er die Larven von *Oryctes nasicornis* zergliederte, dass das »Rückenmark in diesem Wurme nicht allein von anderen Insecten ihrem, sondern auch von des Seidenwurmes seinem abweiche.« Es sei sehr kurz, erstrecke sich bloss bis zum dritten oder vierten Körpersegment; in die übrigen Ringe verbreiten sich »artig wie die Sonnenstrahlen« die Nerven.

Denselben Käfer untersuchte auch Cuvier³⁾ und hebt namentlich die Unterschiede im Nervensystem zwischen Larve und vollkommenem Insect hervor. Die andern von ihm berücksichtigten Käfer sind *Lucanus cervus*, *Dytiscus*, *Carabus*, *Hydrophilus piceus*. C. kennt bereits auch hier die mancherlei Skelettheile (»hörnerne Bogen«), welche im Kopf und Thorax zum Nervensystem in Beziehung treten. (Sieh. ob. S. 208). Der Zeit nach folgen jetzt Zergliederungen verschiedener Gattungen durch Audouin⁴⁾, Dufour⁵⁾, dann Straus's⁶⁾ berühmte Monographie des Maikäfers; die Mittheilungen von Brandt⁷⁾, Burmeister⁸⁾, Newport⁹⁾, Joly¹⁰⁾.

Nachdem durch alle diese Arbeiten das Ergebniss gewonnen war, welches oben als allgemeiner Charakter im Nervensystem der Käfer hingestellt wurde, unternahm Blanchard¹¹⁾, welcher schon früher über einige Käfer und Käferlarven

1) Hannover, *Rech. microsc. sur le syst. nerv.* 1844. — 2) Swammerdam, *Bibel der Natur*. 1732. Ausser der bildlichen Darstellung vom Gehirn und Bauchmark zeichnet er auch von demselben Thier den Nervus recurrens. — 3) Cuvier, Vorlesgen üb. vergl. Anat. 1809. — 4) Audouin, *Ann. d. sc. nat.* Tom. 9, 1826 (*Lytta*). — 5) Dufour, *Ann. d. sc. nat.* Tom. 8, 1826 (*Carabus*), und um gleich spätere Artikel zu nennen: *ibid.* Tom. 13, 1840 (Larve und Imago von *Pyrochroa*); *ibid.* T. 18, 1842 (Larve von *Coleonia*, *Lucanus parallelipodus*). — 6) Straus-Dürckheim, *Considérations générales sur les animaux articulés*. 1828. — 7) Brandt und Ratzeburg, *mediz. Zoologie*, 1833. (Larve und Käfer von *Meloe* und *Lytta*; das paarige System der Mundmagennerven hier zuerst näher erkannt). — 8) Burmeister, *Handbuch der Entomologie*, 1832. (*Dytiscus*); *Transactions of the entomological society*, 1836, (Larve von *Calosoma sycophanta*); zur Naturgeschichte der Gattung *Calandra*, 1837. (*Calandra bombyli*). — 9) Newport, *Phil. Trans.* 1834, (*Carabus monilis*, Ganglien der Nervi transvers; *Cyclop. of anat. and phys.* 1839. *Insecta*. (*Timarcha tenebriosa*, Larve und Käfer); *Carabus monilis*; *Lucanus cervus*; von allen das gesammte Nervensystem. *Lucanus*, obschon Lamellicornier, hat doch sechs Abdominalknoten. Ausserdem von demselben Thier sowie von *Meloe cicatricosus* sehr detaillirte Abbildungen des Gehirns (*Lucanus* von oben und unten) und der Mundmagennerven. — 10) Joly, *Ann. d. sc. nat.* T. II. 1844, (Larve und Imago von *Coleaspis atra*). — 11) Blanchard, *nouvell. Edit. du Règne animal. Insectes*. (*Melolontha vulgaris*, Käfer und Larve; *Carabus auratus*; *Clytus arcuatus*, Käfer und Larve; *Oriobrychus ligustici*.) — *Sur le système nerveux des Insectes*, *Ann. d. sc. nat.* Tom. V, 1846. — (Auch auf die Mundmagennerven ist in diesen und verschiedenen der vorhergehenden Abhandlungen vielfältig Bezug genommen. Vom *Lucanus* und *Dytiscus* hat auch Joh. Müller (*Nov. act. Nat. Cur.* 1828) den Nervus recurrens abgebildet; die paarigen Knoten kennt er dasmal noch nicht. Als speziell hieher gehörig wäre noch zu nennen Schiödt's, Jagt-Leydig, Bau des thierischen Körpers.

schöne Abbildungen veröffentlicht hatte, fast sämtliche Familien auf die Form ihres Nervensystems zu vergleichen, namentlich um für die natürliche Verwandtschaft neue Anhaltspunkte zu gewinnen. Die Abhandlung ist von einer Menge von Figuren (gegen 40 Käferarten und 8 Larven) begleitet.

Dass indessen auch hier noch viele Besonderheiten an den Tag kommen werden, zeigt schon das Nervensystem eines Rüsselkäfers (*Brachyderes lusitanicus*), wie es jüngst Dufour¹⁾ beschrieben hat. Ganglien des Bauchmarks nur in der Brust; zweites Thoracalganglion eigenthümlich gelappt, was mich in der D.'schen Zeichnung an die Form bei *Porcellio* erinnert.

Als Arbeiten von ganz besonderem Werthe sind zu bezeichnen die experimental-physiologischen Untersuchungen, welche Faivre am *Dyticus* angestellt und wobei er, um eine sichere Grundlage für seine Versuche zu haben, Form und Lage der einzelnen Nervenpartien sehr genau zuvor erörtert. Der Resultate über die Bedeutung der obern und untern Schlundportion, sowie der Kopfnerven, dann insbesondere des Stirnganglions, das den Schlingbewegungen vorsteht und seines auf den Schlund und Magen abgehenden Nerven wurde zum Theil oben (S. 187) erwähnt. Zuletzt hat derselbe Forscher seine Erfahrungen über das Verhältniss der Bauchmarksganglien zu den Respirationsbewegungen veröffentlicht²⁾.

Was meine eigenen Untersuchungen betrifft, so habe ich ausser den schon oben eingeflochtenen Beobachtungen noch Folgendes vorzulegen.

Den *Dyticus marginalis* habe ich wie verschiedene meiner Vorgänger unter den Augen gehabt, und möchte beistimmen, dass an diesem Käfer, nachdem man die Kopfplatte, sowie deckende Fettkörperlappen, starke Tracheennetze und Muskeln weggenommen, leichter als an vielen andern das Gehirn und dessen accessorische Ganglien bloss zu legen sind; doch geschieht nach meiner Erfahrung dies noch bequemer und sicherer an Käfern, die ohne Spur eines innern Kopfskeletes sind, wie z. B. an *Timarcha* und *Meloe*. Im Innern des Schädelraumes befindet sich (s. ob. S. 208) ein Gestell³⁾, bestehend der Hauptsache nach aus zwei von unten sich erhebenden, gebogenen Leisten, die sich durch zwei Querbrücken verbinden. Den ganzen Innenraum des Kopfes kann man, wie Faivre thut, als in drei Kammern (loges), in eine mittlere und zwei seitliche abgetheilt betrachten. Der untere Querbalken überbrückt die untere Portion des Gehirns, während der obere die zwei Wölbungen der obern Hirnportion von unten stützt; die Hirncommissuren lehnen sich an die Seitenleisten an. Welche Weichtheile sonst noch in den drei Abtheilungen untergebracht sind, ist bei zuletzt genanntem Autor detaillirt beschrieben, sowie auch dort dem Gehirn und den abgehenden Nerven eine genauere Darstellung als es früher geschah, gewidmet ist. Ueber den Bau des Gehirns habe ich mich oben S. 183, S. 221, S. 238 verbreitet; über die Matrix des Neurilemmis s. S. 215; amyloide Substanz S. 223; Muskeln des Kehlknotens S. 210. Ich habe hierzu sowohl ganz frische Gehirne verwendet, als auch und namentlich solche, welche einige Minuten der Einwirkung von Weingeist ausgesetzt waren. Methodischer behutsamer Druck dann nothwendig. — Die Quercommisur innerhalb des Schlundrings (s. ob. S. 189) auch von Faivre angezeigt, ist bereits bei Blan-

tagelaer over det uparrrede Svaelgnervesystem hos *Acilius sulcatus*; Krøyer's naturh. Tidskr. 1849.) — 1) Dufour, *Fragments d'anatomie entomologique*, Ann. d. sc. nat. T. VIII, 1857. — 2) Faivre, *De cerveau des Dytisques, considéré dans ses rapports avec la locomotion*, Ann. d. sc. nat. T. VIII, 1857; *Etudes sur la physiologie des nerfs oraux chez le Dytisque*, ibid. T. IX, 1858; *De l'influence du système nerveux sur la respiration des Dytisques*, ibid. T. XIII, 1860. — 3) Ausser dem *Dyticus marginalis* habe ich ein getrocknetes Exemplar des viel grösseren *D. latissimus* mit Hülfe von Kalilauge untersucht. Hier sind, nachdem man alle Weichgebilde weggespült hat, die Theile des Gestells so stark, dass man die Gliederung desselben schon mit freiem Auge ziemlich gut sehen kann. Die zwei Bogenleisten sind hohe Wände, welche sich vom Boden des Schädelraumes erheben, durcheinand, aber an den obern Verbreiterungen dicker und brauner gefärbt. Die Kammer für den Kehlknoten hat unten und seitlich abgeschlossene Wände, nach oben ist sie unvollständig, indem hier nur die Querbrücke zugegen ist. Ein Theil dieses innern Kopfskelets kommt auf Rechnung von chitinisirten Sehnen; so gestaltet sich z. B. die Sehne des grossen Kau-muskels für den Oberkiefer zu einer starken Skeletplatte. Auch für die beiden Netzaugen sind ähnliche chitinisirte feste Umhüllungen zugegen, welche der Sklerotika entsprechen und zum Eintritt der von der Oberfläche des Ganglion opticum kommenden Nerven nur eine rundliche Öffnung lassen. Vergl. die Abbildg. in m. Tafeln s. vergl. Anat. Taf. VII, fig. 2.

chard zu sehen. Die Nerven, welche aus dem annähernd herzförmigen Kehlknoten entspringen, gehen alle von dessen unterer Fläche, keiner von der obern ab. Der hinterste derselben empfängt, wie deutlich zu unterscheiden, seine Fasern nicht bloss aus dem Kehlknoten, sondern auch einen Theil aus der Längscommissur, also eigentlich aus dem ersten Thoracalknoten. Dieser Nerv löst sich bald vielfach in Netze auf. (Mitten im Kehlknoten habe ich einmal ein eingekapseltes Distom beobachtet, ohne dass das lebende Thier etwas von gestörten Bewegungen gezeigt hätte.) — Von den drei massigen Ganglien des Brustkastens sind das Ganglion des Prothorax und das vom Mesothorax entschiedenen breiter als lang; die Längscommissuren ansehnlich, zwischen dem Ganglion mesothoracicum und dem Ganglion metathoracicum sehr kurz, zwischen diesem und dem ersten Abdominalganglion sind sie verschwunden, so dass letzteres unmittelbar aufsitzt. Die Thoracalganglien enthalten wie gewöhnlich ausser den kleinern Kugeln Gruppen sehr grosser Ganglienkugeln, deren Substanz um den Kern geschichtet (s. ob. S. 84) erscheint. Das Ganglion metathoracicum ist nach Faivre das Centrum der Respirationsbewegungen, obschon die Respirationsnerven eigentlich von den Abdominalganglien entspringen. Letztere haben nur die Bedeutung von Leitern. Ueber den zusammengesetzten innern Bau des hintersten Abdominalganglion's s. S. 194, S. 229. Es gehen jederseits zwei Nerven ab, und dazwischen treten von beiden Seiten drei Haupttracheen ins Ganglion herein. Am Hinterrande die zwei starken Nerven, welche den Längscommissuren des Bauchmarkes entsprechen. Das vorletzte Bauchganglion scheint dem hintersten unmittelbar aufzusitzen; nach Druck kommen aber doch sehr kurze Längscommissuren und eine rundliche Lücke zur Ansicht.

Das Ganglion frontale (Ursprung der Wurzeln s. oben S. 201) hat innen einen dreieckigen Herd von Punktsubstanz; aussen herum die Ganglienzellen. Ganglion auf dem Magen ohne innere Punktsubstanz S. 202. An den Seitenganglien des Gehirns, der Wand des Schlundes anliegend nichts von einer solchen Punktsubstanz sichtbar; sind vielmehr nur aus Ganglienzellen zusammengesetzt, welche in der vordern Abtheilung der Ganglien einen gelblichen (mehr diffusen, als körnigen) Anflug haben. Was Form und Umfang der Seitenganglien (Ursprung s. oben S. 202) betrifft, so sind dieselben sehr massig und zerfallen jederseits in einen vordern und hintern Abschnitt. Die vordere Portion ist stärker als die hintere und von gefärbterem Aussehen, dabei paarig gelappt; zwischen ihr und der hintern Portion mehre Verbindungswurzeln; die hintere Portion der Seitenganglien ist heller, länglich, doch dabei gegen die vordere zu lappig verjüngt.

Das sympathische Ganglion der Abdominalknoten haben weder Faivre noch Blanchard wahrgenommen. Es ist ein kurzgestieltes medianes Ganglion am Vorderrand zwischen den Längscommissuren; ob es auch vor dem letzten Abdominalknoten sich findet, ist mir zweifelhaft geblieben. Dieselben sind überhaupt nicht ganz leicht zu sehen; man muss vor Allem schon von anderswoher kennen, dann das Bauchmark sehr sorgsam ausschneiden, auf das Objectglas auffangen und so legen, dass dessen dorsale Seite sich unsern Augen zuwendet. Zugesezte Essigsäure verbessert die Ansicht, aber immer bleiben die zahlreichen Tracheen der bequemerem Beobachtung hinderlich: am leichtesten stellt sich das Ganglion dar an dem zweiten durch lange Commissuren mit dem ersten verbundenen Abdominalganglion, allwo es in der Spalte zwischen den Längscommissuren hart am Abdominalganglion sitzt, mit diesem durch einen kurzen medianen Nerven verbunden, während nach rechts und links ein deutlicher Faden abgeht, der mit dem kaum entsprungenen Seitenerven des Abdominalganglion's zusammenfliesst, um mit diesem zur Peripherie zu gehen. — Ueber das Vorkommen der eigenthümlichen breiten Nervenfasern s. S. 224. Ueber scheinbare Gehörblasen bei *Acisus* s. S. 228.

Die sympathischen Ganglien will ich ferner auch an *Carabus auratus* (s. auch ob. S. 204) näher beleuchten¹⁾, da sie von Blanchard nirgends dargestellt sind, obschon er von diesem Käfer und so vielen andern das Nervensystem anscheinend bis ins feinste gezeichnet hat. Am frisch herauspräparirten Bauchmark (an dem ich sechs Abdominalknoten zähle) fallen sie allerdings nicht so unmittelbar für Den, der sie noch nicht kennt, in die Augen

1) S. m. Tafeln s. vergl. Anat. Taf. IX. fg. 2, d, e.

und es ist Zusatz von Essigsäure sehr zu empfehlen. Sie liegen an allen Abdominalganglien oben und vorne genau in der Mitte, da wo die beiden Längscommissuren herantreten. Die Gestalt der Ganglien ist rundlich und aus jedem treten drei Nerven ab, ein unpaarer medianer und zwei seitliche. Der unpaare geht nach unten und hinten in den Abdominalknoten, die zwei Seitennerven mischen sich den vorderen Seitennerven des Abdominalknotens bei, doch ändert die Art und Weise, wie diess geschieht, nach den einzelnen Ganglien ab. An den ersteren Abdominalknoten nämlich entspringt aus den Längscommissuren vor dem Knoten, etwa aus dem unteren Viertel der Commissuren, an deren Ausserrande, jederseits ein Nerv, der schräg nach hinten herab geht zur Wurzel der aus dem Bauchknoten tretenden vorderen Seitennerven; ihm mengt sich der Seitennerv des sympathischen Ganglions bei und gelangt mit demselben zum Seitennerv des Bauchknoten. Weiter nach hinten am Bauchmark entspringt dieser Nerv immer näher dem Bauchknoten, so dass zuletzt der von den Commissuren entspringende (man könnte vielleicht auch sagen, zu den Commissuren gehende) Nerv gewissermaassen fehlt und alsdann der Seitennerv des sympathischen Ganglions unmittelbar zu dem vorderen Seitennerv des Bauchganglions gelangt. Ein deutlicher sympathischer Nervenfasern entspringt auch noch aus dem Bauchknoten selber zwischen den beiden Seitennerven, tritt nach vorne zum vorderen Seitennerven und entwickelt dann unter dem Neurilemm desselben in Verbindung mit dem Seitennerven des sympathischen Ganglions ein Geflecht, das sich durch sein helles Aussehen wesentlich von dem geradlinig verlaufenden Inhalt des (spinal-fasrigen) Seitennerven unterscheidet. Noch möchte ich im Hinblick auf die aus den Längscommissuren kommenden sympathischen Nerven bemerken, dass ich (bei einem männlichen Individuum) anstatt zweier solcher Fäden mit Bestimmtheit immer nur Einen sah und es darf daher vermuthet werden, dass diese Elemente des Sympathicus dem unpaaren medianen Faden, wie dessen z. B. von *Locusta* und *Aeshna* oben im Nähern gedacht wurde, gleichzusetzen seien. An einer der Abbildungen, welche Newport¹⁾ von gedachtem Ganglion giebt, — es betrifft *Carabus monilis* — erscheint in der That auch ein solcher medianer Nerv oberhalb des Ganglions.

Bei *Carabus granulatus* Fabr. zähle ich ebenfalls sechs Abdominalknoten: die vier hintersten sind ziemlich nahe beisammen, die zwei andern stehen weiter auseinander. Uebrigens könnte man noch von einem siebenten Abdominalknoten sprechen, denn an dem hintersten (d. h. dritten Thoracalknoten) sitzt ein weiteres Ganglion an, dem ersten Blick nach zwar nur eine Verlängerung des genannten Brustknotens nach hinten, durch Einwirkung von Reagentien kommen aber zwei kurze Längscommissuren zwischen ihm und dem Thoracalknoten zum Vorschein. Das mediane sympathische birnförmige Ganglion ist an allen Abdominalknoten deutlich; die von *Carabus auratus* beschriebenen seitlichen Geflechte entziehen sich dem Blick und haben jedenfalls hier eine andere Anordnung. Was mir aber besonders wichtig scheint und wohl auch bei den andern genannten Käfern in gleicher Weise der Fall sein wird: man unterscheidet an den aus den Abdominalknoten entspringenden (spinalen) Seitennerven, in ziemlicher Entfernung vom Bauchknoten einen oder mehrere abgehende Zweige, welche sympathischer Natur sind, was sich durch ihre Helle, sowie in ihren Lauf eingeschobene Ganglien kugeln ankündigt. — Ueber Muskeln, welche an Nerven sich ansetzen, sieh. oben S. 210, Anmerkung.

Auch die Gattung *Telephorus* habe ich untersucht. Blanchard hat das ganze Nervensystem von *Telephorus melanurus* abgebildet, aber wieder ohne alle Spur von sympathischen Ganglien. Und doch sind sie hier abermals (ich hatte *T. fuscus* vor mir) sehr klar; sie haben allerdings ein Aussehen, dass, wer mit dem Objecte überhaupt noch nicht vertraut ist, sie schwerlich sofort für das erkennen wird, was sie eigentlich sind. Man erblickt nämlich vor den Ganglien des Abdomens in dem Raume zwischen den beiden Längscommissuren einen länglichen gestielten Beutel, gebildet von zarter Umhüllungshaut und zellig granulärem Inhalt; das Ganze eher einem Drüsensäckchen als einem Ganglion ähnlich. Der Stiel entspricht dem Nervenfädchen, durch welches diese sympathischen Ganglien auch sonst dem Bauchknoten sich einpflanzen, und an dieser

1) Newport, *Cyclop. of anat. and phys. Insects* fg. 411. (A portion of the gangliated abdominal cord of *Carabus monilis*.)

Stelle erzeugt die Tunica propria (Neurilemma) einen scharfen kreisrunden Ring. Ausser diesem Nerven oder Stiel des Beutelchens habe ich aber keinen andern Faden erblicken können, der das sympathische Ganglion sonst mit dem Bauchknoten oder dessen Seitennerven verknüpft hätte. — Was die sog. sympathischen Kopfganglien betrifft, so zeigt das Stirnganglion (nb. Ursprung seiner Wurzeln s. oben S. 201) die bekannte dreieckige Form; im Innern ebenfalls dreieckige Masse von Punktsubstanz und als Rinde Ganglienkugeln. Der aus ihm nach rückwärts gehende Schlundnerv giebt zahlreiche Zweige in die Muskelhaut des Schlundes, wobei zu bemerken, dass sich die Nervenzweige auf den Muskeln oft zu dichten Geflechten verbinden und dass die Nerven da und dort kleine gangliöse Verdickungen haben, offenbar in dieselbe Kategorie gehörend, wie das grosse Ganglion (S. 202), in welches der N. recurrens am Ende des Schlundes, bevor er sich gabelt, anschwillt. Die seitlichen »sympathischen« Ganglien des Gehirns bestehen jederseits aus zwei Abtheilungen. Jene mit dem Gehirn durch langen Stiel verbundene ist hier die grössere Portion, die hintere die kleinere; durch die vordere Masse namentlich sieht man als hellen Strang den Nerven durchziehen. Ueber die Ursprungsstelle s. oben S. 202. — Was die Form des Gehirns betrifft, so sind die Schlappen nur durch eine seichte Einbiegung vom übrigen Gehirn getrennt. Muskeln (?) des Gehirns S. 210. Hirncommissuren ziemlich kurz. Von der eigenthümlichen innerhalb des Schlundringes befindlichen Quercommissur, sowie vom Bau der untern, birnförmigen Schlundportion war bereits S. 189, S. 230 die Rede. Um der Quercommissur unterhalb des Schlundes ansichtig zu werden, muss man das Präparat so fertigen, dass der Schlund dabei bleibt. Mangel eines Nervenskelets S. 209. Hinter dem letzten Thoracalknoten ein diesem eng verbundenes Ganglion; aber auch hier dennoch kurze Längscommissuren und eine Spalte dazwischen nachweisbar. Zahl der Abdominalknoten abgesehen von dem eben genannten: sechs, ziemlich gleich weit auseinanderstehend.

Wiederholt habe ich auch die *Timarcha tenebricosa* zergliedert und hinsichtlich der Form der Ganglien, Farbe des Bauchmarks S. 218, Matrix des Neurilemmas S. 215, (Blutkrystalle S. 218), Pigmentflecken am Lobus opticus S. 218, Mangel eines Nervenskelets S. 209 und über manches Andere bereits oben mich ausgesprochen. Newport hat eine Darstellung des Gesamtnervensystems dieses Käfers gegeben¹⁾. Ich möchte noch Folgendes bemerken.

Am Gehirn²⁾ fehlt, wie schon oben (S. 184) bemerkt wurde, anscheinend ein Lobus opticus; die Sehnerven — ich zähle jederseits drei — scheinen vom Seitenrand der eigentlichen Hirnlappen zu kommen. Allein bei weiterer Prüfung namentlich des Innern stellt sich heraus, dass ein solcher auch hier vorhanden, nur gewissermassen ohne Stiel dem übrigen Gehirn verbunden ist. Im Innern ist die Sonderung zwischen Hirnlappen und Schlappen unverkennbar ausgesprochen. Ein etwaiges Analogon für die »scheibenförmigen Körper« der Hymenopteren habe ich hier im Gehirn nicht zu erkennen vermocht; ich sehe nur, besonders nach Einwirkung von Kalilauge, im eigentlichen Hirnlappen einen scharf abgegrenzten Innenkörper und einen ebensolchen kleinen für den Lobus opticus und zwischen beiden nach leichtem Druck einen kurzen Stiel. Die zellige Rinde des Gehirns, welche nicht bloss diffus gefärbt ist, sondern auch gelbe Pigmentkörnchen enthält, schien sich hier kaum in besondere Portionen gruppirt zu haben, sondern mehr nach der Art, wie wir es bei Larven sehen, in gleichmässiger Vertheilung die hellen Centren der Gehirnlappen zu umgeben. An der Vorderfläche des Gehirns mässig grosse Hügel für den Ursprung der Antennenerven. Die Seitencommissuren (Hirnschenkel) zur untern Hirnportion länger, als man sie sonst bei Käfern zu sehen gewohnt ist. Untere Hirnportion birnförmig und kleiner als die stark in die Breite gehenden drei Thoracalganglien. An das letzte Thoracalganglion schliesst das erste Abdominalganglion so an, als ob es nur eine Art Verlängerung desselben wäre, allein man kann eine deutliche Lücke zwischen beiden sehen, d. h. zwei kurze, dicke Commissuren finden sich auch hier. Das vierte oder letzte Ganglion ist gestreckt birnförmig und gehört wohl nach der Zahl der von ihm entspringenden Seitennerven zu den verschmolzenen Ganglien. Zahl der

1) a. a. O. S. 950, fg. 408. (Imago), von der Larve S. 943, fgg. 404, 405. — 2) S. m. Tafeln z. vergl. Anat. Taf. VI, fg. 5.

Seitennerven der Bauchganglien jederseits: 1; des letzten Knotens jederseits: 4, ausserdem noch das Paar, welches den Längscommissuren entspricht. Das Ganglion frontale giebt ausser dem Nervus recurrens noch drei feinere Nerven ab. (Newport zeichnet bei der Larve mehr als drei.) Sympathische mediane Ganglien nicht vorhanden, aber an den Stammnerven sympathische Zweige unterscheidbar; solche schon an dem vordersten aus dem Kehlknoten entspringenden Nerven in Form von umspinnenden heilfaserigen Elementen zu erkennen, ähnlich wie oben S. 219 von *Bombus* erörtert wurde.

Auch die von Brandt und Ratzeburg schon näher untersuchte Gattung *Meloe* (*M. violaceum* und *M. rugosum*) habe ich besehen, kann aber den Brandt'schen Figuren¹⁾ meinen Beifall nicht in Allem zollen. Die obere Hirnportion ist dort viel zu massig dargestellt, auch was die Gliederung betrifft, unrichtig gehalten. Wie ich sehe, sind ausser den schmalen eigentlichen Hirnlappen seitwärts kleine Lobi optici vorhanden, wenig abgeschnürt, doch immerhin so viel, dass bei unverletztem Gehirn und richtiger Lage ein kurzer Stiel zwischen den beiden genannten Hirnportionen sichtbar wird. Vergl. ob. S. 184. (Pigmentflecken S. 218.) Auch die Newport'sche Figur²⁾, ob schon sonst um vieles naturgetreuer als die Brandt'sche ist doch auch in diesem Punkte zu indifferent. — An der Vorderfläche der eigentlichen Hirnlappen zwei deutliche zitronenförmige Hügel für die Antennennerven, ebenso jederseits eine bestimmte Anschwellung nach unten, aus der die Seitencommissuren des Gehirns kommen. Diese letztern ziemlich lang. Von der Vorderfläche des Gehirns entspringt ausser den Antennennerven und den Wurzeln zur Bildung des Stirnganglions, noch weiter nach einwärts gegen die Mitte zu, beiderseits ein feiner Nerv. Untere Gehirnportion birnförmig. Aus der untern und vordern Fläche derselben, nach innen von den Hirncommissuren entsteht der stärkste, sich bald gabelnde Nerv; Richtung nach vorn und aussen. Das zweite Nervenpaar, mehr aus der Mitte des Knotens kommend, geht quer nach aussen. Das dritte Paar, nahe der Wurzel der Längscommissuren zum ersten Thoracalganglion entspringend, wendet sich nach hinten. Stirnganglion, seine Wurzeln (S. 201), der N. recurrens, dessen zahlreiche Zweige zum Oesophagus leicht zu beobachten. Die »sympathischen« Seitenganglien nicht von der gelben Farbe des Gehirns, sondern weissgrau, zerfallen jederseits in zwei Abtheilungen, wovon die vordere durch einen Stiel mit der Hinterfläche des Gehirns zusammenhängend kuglig ist, die hintere länglich und mehr als doppelt so gross als die vordere; beide Abtheilungen durch mehrere Nervenwurzeln verbunden. (Bei Brandt ist das Grössenverhältniss gerade umgekehrt gezeichnet.) Die drei Thoracalganglien haben einen grössern Breiten- als Längendurchmesser. Aus den Längscommissuren zwischen dem ersten und zweiten Brustknoten jederseits ein Seitennerv. Vom dritten Knoten habe ich mir angemerkt, dass ausser einem Paar sehr starker Seitennerven und vier Paar schwächerer Seitennerven noch ein Nervengeflecht abgeht, das nach den oben entwickelten Gesichtspunkten als ein sympathisches aufgefasst werden muss. Bauchganglien in der Zahl vier, Form längsoval, letztes grösser als die andern, länglich, hinten abgerundet. Die Commissuren zwischen den Abdominalganglien sehr lang. Brandt hat die Abdominalganglien in einer Art massig gehalten, dass dadurch der Habitus des Bauchmarkes ganz verfehlt ist. Aus den Bauchganglien abgesehen vom hintersten jederseits anscheinend nur Ein Seitennerv; es sind aber bestimmt zwei, die sich deckend über einander entspringen. Ein sympathisches medianes Ganglion in Form eines gestielten Beutelhens (wie bei *Telephorus*) deutlich am Vorderrand des zweiten Bauchganglions zwischen den beiden Längscommissuren; ob an allen übrigen, weiss ich nicht zu sagen. — Farbe des Nervensystems S. 218, Form des Gehirns im Allgemeinen S. 184, Ursprung der Wurzeln des Stirnganglions S. 201, Muskeln des Gehirns S. 210, Mangel eines Nervenskelets S. 209.

1) a. a. O. Tab. VII, figg. 2, 3, 4. — 2) a. a. O. S. 958, fig. 416 (*Brain and vagus nerves of Meloe vicaticornis*).

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
BIOLOGY LIBRARY

TEL. NO. 642-2532

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

Due end of FREE quarter Subject to recall after —	
OCT 1 1974	
MAR 09 1989	
FEB 17 REC'D	
UNIV. OF CALIF., BERK	INTERLIBRARY LOAN
FEB - 9 1988	
Received in Interlibrary Loan	
MAR 1989	

LD21A-6m-9.'73
(R2491s10)476-A-92

General Library
University of California
Berkeley

U.C. BERKELEY LIBRARIES



C026342654

240374

QL804
I42

BIOLOGY
LIBRARY
G

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

